

UEBER DAS
KLIMA DER HOCH-ALPEN.

VON

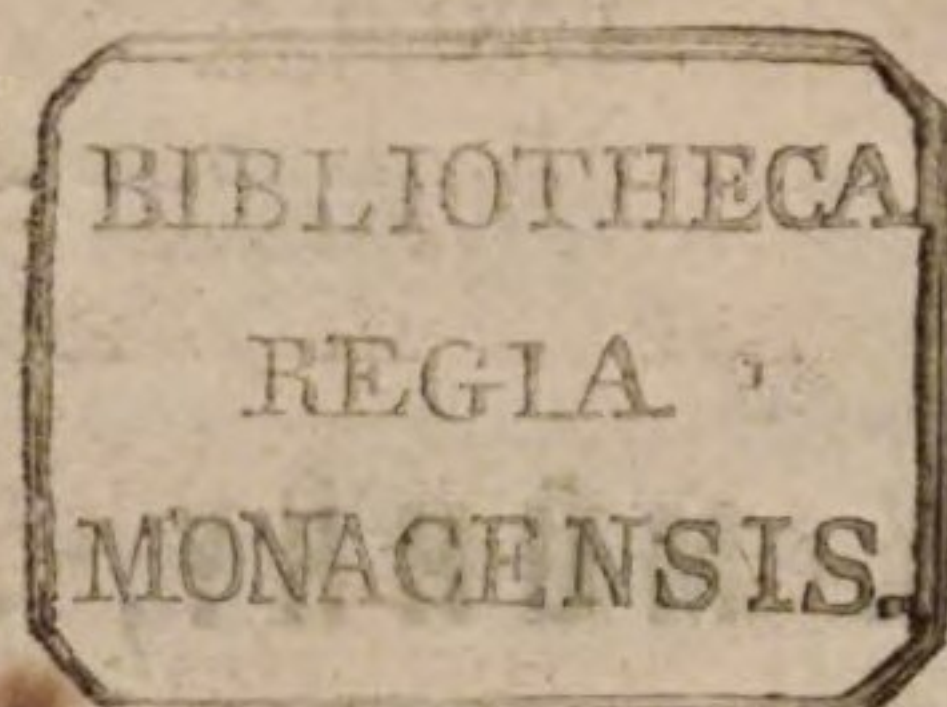
A. MÜHRY,

VERF. VON „ALLGEMEINE GEOGRAPHISCHE METEOROLOGIE“, „KLIMATOGRAPHISCHE
UEBERSICHT DER ERDE“ ETC.

LEIPZIG & HEIDELBERG.

C. F. WINTER'SCHE VERLAGSHANDLUNG.

1863.



Vorwort.

Die folgenden Blätter enthalten freilich nur eine topographische Klimatologie, aber zu deren Verständniss ist dienlich im Voraus zu bemerken, dass sie in Zusammenhang mit dem grossen Ganzen steht, indem deren Auffassung innerhalb des Systems der geographischen Meteorologie genommen ist, oder wie es anschaulicher bezeichnet werden kann, innerhalb des Systems der Erd-Meteoration. Es ist damit in vertikaler Richtung eine Lücke desselben auszufüllen versucht, wie zunächst vorher an den beiden Polen geschehen ist.

Zwar ist vom Verfasser schon früher auch die vertikale Vertheilung der Meteore berücksichtigt worden, eine „Klimatologie der Gebirge, in ihren Hauptzügen entworfen“ findet sich zu Anfang der „Klimatologischen Untersuchungen“ 1858. Aber diese beschränkte sich auf die von Menschen bewohnten Regionen, suchte daher die Thatsachen vorzugsweise in der heissen Zone, wo der bewohnte Erdboden am höchsten in das umgebende Luftmeer sich erhebt und die charakteristischen Erscheinungen also am deutlichsten hervortreten. Jetzt aber kam es darauf an, auch die bez. höheren, nicht mehr von Menschen bewohnten, Gebirgsregionen in die allgemeine Betrachtung hineinzuziehen; und dies konnte besser auf der gemässigten Zone geschehen, nirgends geeigneter aber als in den

Alpen, wo das unzugängliche eisbedeckte Hochgebiet wenigstens am meisten betreten und wissenschaftlicher Forschungen theilhaft geworden ist. Wo demnach die früheren Untersuchungen aufhörten, da beginnen erst die folgenden, über der Schneelinie.

Auch die weiter nach unten liegenden Regionen sind nicht ganz unberücksichtigt gelassen, was nicht wohl möglich war; aber sie lagen doch nicht eigentlich innerhalb des Umfanges dieser Untersuchungen. Denn nicht nur waren deren speciellere Meteorologie und Klimatographie, wie aus dem Gesagten schon hervorgeht, nicht hier im Untersuchungsgange des Verfassers, sondern auch sind diese Berufeneren zu überlassen und auf spätere Zeiten zu verschieben, weil eben erst in neuester Zeit sowohl im Osten wie im Westen und in der Mitte der Alpen systematisch meteorologische Beobachtungen begonnen oder im Entstehen begriffen sind. Da diese Beobachtungen bis an die Schneelinie sich erstrecken werden, würde es dem Verfasser dereinst als ein Lohn seiner Arbeit erscheinen, falls seine ersten schwachen Grundlinien der Meteorologie über der Schneelinie als an richtiger Stelle eingreifend erkannt werden in das unterhalb der Schneelinie, nach weit vollständigeren Befunden und in dem bewohnten so mannigfach gegliederten Berg- und Hügellande sich ergebende, auch den praktischen mit dem theoretischen Nutzen verbindende, vertikale System der Meteoration — noch mehr aber, falls schon jetzt erachtet werden sollte, dass hier einige Gesichtspunkte angedeutet seien, welche werth erscheinen, auch bei Aufnahme jener unteren Beobachtungen selbst schon beachtet zu werden.

Eine Vermehrung des Beobachtungs-Materials durch eigne Aufnahme von Thatsachen wird man hier übrigens

nicht finden, obgleich die Gletscherwelt des Verfassers eigner Anschauung nicht ganz fremd geblieben ist (seit einem Besuche im Herbste d. J. 1862). Wer deshalb im Voraus den folgenden Blättern Werth nicht zuerkennen kann, sei hiermit im Voraus darüber benachrichtigt. Es war nicht die Absicht, die Zeugen-Aussagen noch um eine zu vermehren, sondern das Geschäft zu übernehmen, die vorhandenen zuverlässigen möglichst vollständig zu sammeln, zu vergleichen, daraus gleichsam den Thatbestand festzustellen und zu einer Vorstellung des Ganzen zu componiren. Der Verfasser macht nicht den Anspruch, sich den Namen und den Verdiensten anzureihen von: Saussure, de Luc, Bourrit, Hugi, Meyer, Zumstein, Welden, Kämtz, Martins, Bravais, Rendu, Charpentier, Agassiz, Vogt, Desor, Forbes, Studer, Schlagintweit, Mousson, Tyndall, Dollfuss, Sonklar u. A.; man findet hier gleichsam nicht neue Bausteine ausgebrochen, sondern nur die schon bereit aber zerstreut liegenden in einander gefügt.

So sind zwei Abtheilungen entstanden, die erste legt die Berichte im Auszuge dar, mit hinzugefügten Anmerkungen, welche schon auf die Ergebnisse des Ganzen hinweisen, — die zweite versucht dann danach ein allgemeines, freilich nur andeutendes, geo-physikalisches Bild der hohen Eisregion der Alpen aufzustellen.

Nun mag noch Gelegenheit genommen werden, über die allgemeine Auffassungsweise der Natur eine kurze Bemerkung hinzuzufügen, und zwar zunächst anknüpfend an ein von einem Anderen in den jüngsten Tagen abgegebenes Urtheil, welches lautet:

„Es ist die gegenwärtige Generation (der Naturforscher) in der Meinung befangen, nach welcher die Natur ... nur ein Tummelplatz ist, auf dem

die Gelehrten wetteifernd Entdeckungen machen, so dass nicht dem Schöpfer, sondern den Entdeckern die Ehre gebühre“ (Literaturblatt, 1863, 12. Sept.). Dies Urtheil eines fernstehenden, beachtenswürdigen Beobachters scheint dem Verf. ein vorgehaltener treuer Spiegel, ein zeitgemässer, beherzigenswerther, wohlgemeinter Rath. In den folgenden Blättern wird man, wie auch in den früheren, dem tellurischen Ganzen gewidmeten Untersuchungen des Verfassers, die Natur rein objectiv und realistisch betrachtet finden; aber am Schlusse, nicht nur dieses Hefts sondern auch der eben erwähnten langen Untersuchungsreihe, wünscht der Verfasser, obgleich letztere selbst am besten über sich Zeugniss abgibt, noch besonders auszusprechen, dass er, was seine allgemeine philosophische Natur-Anschauung betrifft, deren ja Niemand ganz entbehren kann, auf der Seite derjenigen Forscher steht, früherer, lebender und zukünftiger, welche in dem ihrem Forschen vorliegenden Gegenstände eine vernunft- und planvolle Ordnung der Schöpfung, sowohl bei deren Ursprunge wie in deren fernem Bestehen, erkennen. Auch der Menschen Geist ist ja selber nur ein Theil der Schöpfung; wie dessen Befähigung, Entdeckungen zu machen, so sind auch dessen Befähigung, etwa sich selber dabei zu bewundern, und auch dessen Befähigung, etwa sich selber und den Schöpfer zu leugnen, gleichfalls ihm damit verliehene Gaben. Deshalb kann man sagen, der Menschen Geist mache in jener Weise Gebrauch von einer natürlichen Erlaubniss. Aber die Unabhängigkeit des Geistes vom Stoffe befähigt ersteren auch, frei zu wählen und aus der ungetrübten Betrachtung der Erscheinungen und deren Beziehungen sich seine rationelle Auffassung des Ganzen zu bilden. Der Verfasser wünscht

vor den Lesern ausdrücklich zu erklären, dass er kein Materialist ist. Vom rein naturwissenschaftlichen Standpunkte aus anerkennt er Gott und die Seele (und zwar nicht nur als Forderungen der praktischen Vernunft und des Gemüthslebens, sondern, inductiv, aus den Wirkungen, welche auf eine Causalität mit Nothwendigkeit zurückweisen), und die Lebenskraft (in dem Sinne, dass in den Erscheinungen des organischen Lebens das physikalische und chemische Geschehen nicht das Bestimmende ist, sondern das specifisch Bestimmte, welches specifisch Bestimmende zwar nicht unbewegliche, sondern mehr oder weniger fluctuirende Grenzen hat, aber doch, eingefügt in eine berechnete, vielgliederige und feste Ordnung, im Laufe der Zeiten nur in derselben Weise, wie es ursprünglich entstand, spätere Wechselungen erfahren hat). — Er meint, der höchste, oder der philosophische, Standpunkt zur übersichtlichen Beurtheilung der Welt und des Menschenthums müsse als Grundlage haben eine klare Vorstellung von den natürlichen Dingen, und eine solche Vorstellung werde auch mehr und mehr zu einer solchen Grundlage werden; aber er ist der Ansicht, nicht darin bestehe die exacte Naturforschung, dass sie sich allein beschränke auf diejenigen Gebiete, wo Wägen und Messen anwendbar sind, sondern sie dürfe auch nicht Gebiete, die grössten und wichtigsten, ignoriren, und könne auch diese richtig, d. i. rein realistisch und objectiv, erkennen, wo jene Mittel nicht anwendbar sind. — Er weiss, die materialistische Seite wird immer für einen gewissen Theil der Forscher und Denker (und darunter streng ehrliche, und zumal im juvenilen Lebensalter) anziehender bleiben, als die gegenüberstehende, spiritualistische Seite, in dem Fortschreiten des von den Menschen-Generationen einander folgerichtig

überliefert werdenden, anwachsenden und sich umwandelnden, gemeinsamen grossen Wissenskörpers, welches Fortschreiten gleichsam in Fluctuationen erfolgt, in Zigzag von der einen extremen Seite zur anderen hinüberschwankend, und zwar, indem in der jetzigen Zeit anscheinend die materialistische Seite den grösseren Zuzug erfährt. — Eben in solcher Stunde hielt der Verfasser für nöthiger, den Lesern gegenüber, mit kurzen Worten seine wissenschaftliche Parteilstellung, welche er eine realistische nennen kann, bestimmt zu bezeichnen, ähnlich wie in kritischen Zeiten auch in den staatlichen Verhältnissen schon des classischen Alterthums einem jeden Bürger zur Pflicht gemacht war, seine Partei zu bekennen, selbst wenn es weit bequemer und auch klüger wäre, darüber im Ungewissen zu lassen, oder durch gelegentliche Schmeicheleien Gunst überall zu suchen.

Göttingen, im October 1863.

Sehr wünschenswerthe Berichtigungen.

Seite 32, Zeile 19, ist eine neue Zeile einzufügen und ist zu lesen: „Die Electricität erfahre im Sommer ihr erstes Maximum um 8^h Morgens, das erste Minimum um 3^h Nachmittags, das zweite Maximum um 9^h Abends“.

Seite 98, Zeile 5 von unten, ist hinter Maxima zu setzen: „abnehmen.“

Seite 161, Zeile 16 von unten, statt „Momente“ lies „Factoren.“

Seite 192, Anmerkung, anstatt 4^{0.1} lies —4^{0.1}.

Inhalt.

A.

Zur Klimatographie der Gebirge.

Klimatographische Uebersicht der Eisregion der Alpen

(Sammlung authentischer Berichte mit hinzugefügten Anmerkungen.)

- I. Nahe der Schneelinie (Gr. St. Bernhard, St. Maria).
- II. Die Montblanc - Gruppe.
- III. Die Monte Rosa - Gruppe.
- IV. Die Finsteraarhorn - Gruppe.
- V. Die Tyroler und Karner Alpen (die Ortler - Gruppe).
- VI. Die Vorberge und der Hochboden in Graubünden und die Thal - Region in Wallis.

Seite

I. Nahe der Schneelinie.

Auf dem Grossen St. Bernhard, Meteorologie, besonders Temperatur und Luftdruck, in Vergleichung mit der in Genf, von 20 Jahren	1
Zugabe. Auf dem Stilfser Joch, St. Maria, Meteorologie des Jahres 1856, in Vergleichung mit der in Botzen	19

II. Die Montblanc - Gruppe.

Auf dem Montblanc, Gipfel und Col du Géant, Meteorologie	24
Auf dem Montblanc, bis nahe dem Gipfel	24
Auf dem Montblanc, Grand Plateau, Meteorologie	38
Auf dem Montblanc, Col du Géant	39
Auf dem Montblanc, Mer de Glace im Winter	41
Auf dem Buet	42
Die Hochalpen Savoyen's, Gletscher und Firnmeer	44

	Seite
III. Die Monte Rosa - Gruppe.	
Auf dem Monte Rosa, Gipfel	49
Auf dem Monte Rosa, Gipfel	57
Auf dem Monte Rosa, Vincent-Hütte, Meteorologie	59
Auf dem Breithorn	62
Auf dem Theodul-Pass	63
Auf dem Matterhorn	63
Die See-Alpen; auf dem Monte Viso	63
IV. Die Finsteraarhorn - Gruppe.	
Auf dem Finsteraarhorn und Jungfrauhorn, Gipfel	65
Die Eisregion der Finsteraarhorn-Gruppe, Gletscher und Firnmeer	67
Der Grindelwald - Gletscher im Winter, Temperatur	71
Auf dem Gletscher des Finsteraarhorn und auf dem Schreckhorn	77
Auf dem Finsteraarhorn, Gipfel	79
Auf dem Jungfrauhorn, Gipfel	81
Auf dem Jungfrauhorn, Gipfel	87
Auf dem Faulhorn, Hygrometeore und Luftdruck	88
V. Die Tyroler Alpen (die Ortler-Gruppe).	
Die Gr. Glockner - und die Oetzthal - Gruppe (auch vom Monte Rosa), Physika- lische Geographie und Meteorologie	91
Im Oetzthal-Gebirge, Gletscher und Firnmeer	124
Auf dem Gr. Venediger, Gipfel	132
VI. Die Vorberge und der Hochboden in Graubünden und die Thal-Region in Wallis.	
Rhätische und Glarner Alpen, Klimatologie und organische Welt	136
Glarner Alpen, isolirte niedrigere Gipfel	141
Die Hochthäler Graubünden's, Davos, orographische Pathologie	143
Das Engadiner Hochthal, Klima und orographische Pathologie	144
Das Rhone-Thal im Canton Wallis	150

B.

Zur orographischen Meteorologie.

Versuch die ersten Grundlinien der vertikalen Vertheilung der Meteore oberhalb der Schneelinie in den Alpen anzudeuten	153
---	-----

Anhang.

Ueber die meteorischen Verhältnisse auf dem Brocken-Gipfel, im Harz-Gebirge	203
---	-----

A.

Zur Klimatographie der Gebirge.

Klimatographische Uebersicht der Eisregion der Alpen, in einer Sammlung authentischer Berichte mit hinzugefügten Anmerkungen.

Jo ho veduto tutto 'l verno prima,
Il prun mostrarsi rigide e feroce,
Poscia portar la rosa in su la cima.

Dante, Paradiso, Canto XIII.

Kein Mensch kennt die ganze Schnee- und Eis-Welt auch nur des schweizerischen Hochgebirges, wenige nur einen irgend ansehnlichen Theil derselben; ungeheure Gebietstheile davon hat nie ein Menschenfuss betreten; die Männer der Wissenschaft haben seit dem letzten Jahrzehend grossartige Anstrengungen zu deren umfassenden Kenntniss gemacht, und doch wissen wir nur zu gut, dass wir erst an der Schwelle derselben stehen.

F. von Tschudi, das Thierleben der Alpenwelt,
1853, S. 120.

I.

Nahe der Schneelinie.

Inhalt. Auf dem Gr. St. Bernhard - Hospiz (Meteorologie, in Vergleichung mit Genf). —
Santa Maria, auf dem Stilsfer Joch (Meteorologie, in Vergleichung mit Botzen).

Auf dem Gr. St. Bernhard-Hospiz, Meteorologie in Vergleichung mit der in Genf ($45^{\circ}59' N.$, $6^{\circ}.6' O.$), 7500' und 1250' hoch, E. Plantamour, Résumé des observations thermométr. et barométr. faites à Genève et au Gr. St. Bernard, pendant les dix années 1841—1850*). [Diese mittleren Ergebnisse regelmässiger Beobachtungen über die Bewegungen der Temperatur und des Luftdrucks in genannter Alpenhöhe, so nahe unter der sommerlichen Schneegrenze, sind von grossem Werthe, theils weil sie für hinreichend zuverlässig gelten können und mit denen im Tieflande, zu Genf, vergleichbar sind, theils weil sie einen festen Anhaltspunkt gewähren, sowohl für alle unterhalb zu unternehmenden Beobachtungen wie auch für alle oberhalb, d. i. in der ewigen Schneeregion, meist nur ambulirend, zu gewinnenden Untersuchungen. In Genf sind die Beobachtungen aufgenommen täglich 12mal, nicht immer an gleichen Stunden und nicht in der Nacht von 10^h Abends bis 6^h Morgens; die übrigen Stunden sind berechnet. Auf dem St. Bernhard sind die Beobachtungen aufgenommen täglich 4mal, für die letzten vier Jahre aber 6mal, die übrigen Stunden berechnet (seit dem J. 1851 indessen wird zweistündlich abgelesen, von 6^h Morgens bis 10^h Abends); die Beobachter sind hier die Augustiner-Chorherren; seitdem im J. 1829 hier die Schweizer Naturforscher-Versammlung getagt hat, werden Instrumente bester Art angewendet, Thermo-

*) (Mémoires de la Soc. de physique et d'hist. nat. de Genève, T. XIII); dazu kommen spätere Berichte in den verschiedenen Jahrgängen der Biblioth. univers. de Genève, welche nun die letzten 20 Jahre umfassen; (1841 bis 1860): Note sur les variat. périod. de la températ. et de la press. atmosph. au Gr. St. Bernard.

meter und Barometer; für die Hygrometeore freilich dient nur ein Haar-Hygrometer und auch dies ist seit mehreren Jahren nicht mehr benutzt].

Die Temperatur-Verhältnisse ergaben im Mittel der genannten 10 Jahre (1841—1850) folgende vergleichende Schemate unten und oben, von welchen das erste die Reihe der Monate, das andere die Reihe der Stunden im Januar und im Juli angiebt.

St. Bernhard 7500' hoch.	Januar.	Februar.	März.	April.	Mai.	Juni.	Juli.
	— 8 ^o .26	— 6 ^o .61	— 5 ^o .72	— 2 ^o .96	0 ^o .71	3 ^o .91	4 ^o .81
	August.	Sept.	October.	Nov.	Dec.	Mittel.	Amplit.
	4 ^o .30	2 ^o .40	— 0 ^o .91	— 3 ^o .95	— 5 ^o .85	— 1 ^o .51	13 ^o .07 R.
Genf 1250' hoch.	Januar.	Februar.	März.	April.	Mai.	Juni.	Juli.
	— 0 ^o .52	1 ^o .24	3.40	6.76	9.76	11.51	14.29
	August.	Sept.	October.	Nov.	Dec.	Mittel.	Amplit.
	13.57	11.45	7.08	3.76	0.58	7.13	14 ^o .81
Differenz 6250'.	Januar.	Februar.	März.	April.	Mai.	Juni.	Juli.
	7 ^o .74	7.85	9.12	9.72	9.05	8.61	9.48
	August.	Sept.	October.	Nov.	Dec.	Mittel.	
	9.27	9.05	7.99	7.71	6.43	8 ^o .64	

Anmerkung. In der angeführten „Note“ etc. ist für den St. Bernhard das Mittel aus der längeren Jahresreihe gegeben, von 1841 bis 1860, und lautet, natürlich nicht völlig gleich, folgender Art:

St. Bern- hard 7500' hoch.	Januar.	Februar.	März.	April.	Mai.	Juni.	Juli.
	— 7 ^o .63	— 7 ^o .18	— 5 ^o .90	— 3 ^o .00	0 ^o .16	3 ^o .41	4 ^o .76
	August.	Sept.	October.	Nov.	Dec.	Mittel.	Amplit.
	4 ^o .60	2 ^o .16	— 0 ^o .49	— 4 ^o .60	— 6 ^o .34	— 1 ^o .67	12 ^o .39

Genf, 1250' hoch.				Gr. St. Bernhard, 7500' hoch.			
Stunde.	Januar.	Juli.	Jahr.	Januar.	Juli.	Jahr.	
Mittag	0 ^o .52 R.	17 ^o .04		— 6 ^o .92	7 ^o .07		
1 ^h	0.87	17.48		— 6.88 max.	7.21 max.		
2	0.97 max.	17.77		— 7.02	7.14		
3	0.88	17.80 max.		— 7.29	6.89		
4	0.60	17.66		— 7.61	6.52		
5	0.26	17.19		— 7.95	6.08		
6	— 0 ^o .05	16.48		— 8.21	5.61		
7	— 0.30	15.77		— 8.40	5.16		
8	— 0.52	14.74		— 8.51	4.72		
9	— 0.64	13.89		— 8.56	4.32		
10	— 0.77	13.20		— 8.61	3.92		
11	— 0.88	12.42		— 8.64	3.55		
Nacht	— 1.02	11.72		— 8.74	3.20		
1 ^h	— 1.11	11.10		— 8.88	2.88		
2	— 1.25	10.60		— 9.04	2.66		
3	— 1.36	10.40 min.		— 9.25	2.57 min.		

Genf, 1250' hoch.				Gr. St. Bernhard, 7500' hoch.		
Stunde.	Januar.	Juli.	Jahr.	Januar.	Juli.	Jahr.
4	—1.44	10.49		—9.34 min.	2.64	
5	—1.51	11.03		—9.34 min.	2.91	
6	—1.55 min.	11.50		—9.37	3.27	
7	—1.52	12.90		—8.86	4.00	
8	—1.31	14.03		—8.43	4.72	
9	—0.98	14.20		—7.95	5.47	
10	—0.52	15.79		—7.51	6.16	
11	0.04	16.53		—7.12	6.71	
Mittel.	—0 ⁰ .52 R.	14 ⁰ .29	7 ⁰ .13	—8 ⁰ .26	4 ⁰ .81	—1 ⁰ .51
Amplit.	2 ⁰ .52	7 ⁰ .40	14 ⁰ .81	2 ⁰ .46	4 ⁰ .64	13 ⁰ .07

Hieraus ersieht sich, die Differenz der mittleren Jahres-Temperatur beider Orte ist 8⁰.6 R., das gäbe die senkrechte Abnahme der mittleren Jahres-Temperatur um 1⁰, in Stufen von 720' Höhe; das sind aber etwas grössere Stufen als im Allgemeinen in den Alpen gültig ist (670'), und fluctuirend mit den Jahreszeiten*) wären sie im Januar 800', im Juli 665', oder im Januar würden in dem Zwischenraum von 6250' Höhe sich vertheilen 7.7 eingradige Hypsothermlinien, im Juli aber 9.4. Erklärlich wird diese ungewöhnliche Grösse der sommerlichen Stufen durch die Bemerkung Plantamours, dass in Genf die mittlere Jahres-Temperatur local etwas zu niedrig gehalten wird, in Folge des Genfer See's an Continentalität verlierend, wenigstens um 0⁰.8 R., aber mit Unterschied der extremen Jahreszeiten; die Erniedrigung betrifft nur den Sommer, und zwar den Juli etwa um 2⁰, dagegen wird der Januar erhöht etwa um 0⁰.8; dies berücksichtigt lautet freilich das hier erscheinende Gesetz der senkrechten Temperatur-Abnahme etwas anders (vorausgesetzt, dass die Temperatur auf dem St. Bernhard gänzlich normal ist), dann sind die Stufen der Abnahme um 1⁰ R. für das Jahr 660', für den Januar 810', für den Juli nur 550'. Da wir unstreitig fürerst keine bessere feste Vergleichungspunkte haben, mögen diese Werthe als das Gesetz angehend betrachtet werden**).

*) Sie fluctuiren auch analog in der täglichen Curve, z. B. die Differenz der Temperatur oben und unten beträgt im Januar des Morgens 8 Uhr 7⁰.1, des Nachmittags 4 Uhr aber 8⁰.2, ferner im Juli des Morgens 8 Uhr 9⁰.3, des Nachmittags 4 Uhr aber 11⁰.1. Diese ganz richtig analoge Differenz wird selten berücksichtigt, deshalb ist sie hier erwähnt.

**) Plantamour selbst berechnet die hiesigen Stufen für Abnahme der Temperatur nach der Höhe hin um 1⁰ R. für das Jahresmittel zu 730' (um 1⁰ Centigr. zu 190 Meter), jedoch im December Morgens 8 Uhr zu 1000' (um 1⁰ C. zu 276^m), im August Nach-

Ferner ersieht sich, dass die jährliche Fluctuation*) abnimmt an Amplitude nach der Höhe hin, diese ist in Genf $14^{\circ}.81$, oben nur $12^{\circ}.39$; auch die tägliche Fluctuation hat abnehmende Amplitude nach oben hin, jedoch wird der Unterschied nur im Sommer bedeutend, im Juli beträgt diese Amplitude unten $7^{\circ}.40$, oben nur $4^{\circ}.64$, im Januar unten $2^{\circ}.52$, oben auch $2^{\circ}.46$. Sehr wahrscheinlich haben jedoch die nicht periodischen Oscillationen, die Undulationen, in ihrem täglichen Verhalten, wenigstens im Sommer, aber nicht in ihrem monatlichen Verhalten, eine grössere Amplitude oben, also die tägliche Undulabilität der Temperatur ist im Sommer excessiver in dieser Höhe, 7500' hoch, als unten; dies ist hier noch nicht zu ersehen, aber es ist wichtig dies zu bemerken, weil die Temperatur die Leiterin aller übrigen Meteore ist. Was dann die Zeit der Fluctuationen betrifft, so ist die jährliche übereinstimmend oben wie unten, die extremen Monate sind Januar und Juli; die tägliche Fluctuation indessen zeigt die extremen Stunden in der Höhe einige Stunden früher als unten; im Januar tritt das tägliche Maximum unten um 2 Uhr Nachmittags, oben schon um 1 Uhr, das tägliche Minimum tritt ein unten um 6^h Morgens, oben schon um 4^{1/2}^h; auch im Juli erscheint das Maximum unten um 3^h, oben schon um 1^h Nachmittags, das Minimum erscheint oben wie unten um 3^h Morgens. — Oben bleibt im Jahreslaufe die mittlere Temperatur nur 5 Monate über 0°; binnen 20 Jahren erreichte die mittlere Temperatur des kältesten Tages — $7^{\circ}.6$, des wärmsten $5^{\circ}.0$ R., das absolute Minimum — 21° , unten aber auch — 20° R.; also sind die Minima der Kälte nach oben hin nur wenig zunehmend.

Die Verhältnisse des Luftdruckes ergaben im Mittel folgendes vergleichendes Schema in den 10 Jahren:

St. Bern- hard 7500' hoch.	Januar.	Februar.	März.	April.	Mai.	Juni.	Juli.
	559 ^{mm} .48	59.92	60.65	60.33	64.02	67.00	68.29
	min.						max.
	August.	Sept.	October.	Nov.	Dec.	Mittel.	Ampl.
	68.06	66.84	63.58	62.66	62.50	563 ^{mm} .64	8 ^{mm} .4

mittags 4^h zu 565'; im December scheinen freilich die Stufen am breitesten zu sein. — Saussure setzte diese Stufen vorläufig an, auf dem Montblanc berechnet, für das Jahr zu 750', Januar 900', Juli 600', offenbar für alle drei Zeiten etwas zu breit. Humboldt nahm sie an auf der gemässigten Zone zu 670', Sendtner berechnete sie in den bairischen Alpen zu 630', im Januar 900', im Juli 550'; Schlagintweit fand sie in den Alpen für das Jahr 670', im Januar 880', im Juli 550'.

**) Wir bezeichnen immer unter den Oscillationen die periodischen als „Fluctuationen“, tägliche und jährliche, die nicht periodischen als „Undulationen“, tägliche, monatliche, jährliche und absolute.

Genf 1250'	hoch.	Januar.	Februar.	März.	April.	Mai.	Juni.	Juli.
		726.43	26.03	26.10	23.52	25.18	26.72	27.59
		min.						
		August.	Sept.	October.	Nov.	Dec.	Mittel.	Ampl.
		27.45	27.08	25.47	26.82	28.82	726.43	5.3
						max.		

Die erwähnte andere Reihe von 20 Jahren Beobachtungen giebt folgendes Schema am hohen Orte, was sehr wohl übereinstimmt:

St. Bernhard 7500'	hoch.	Januar.	Februar.	März.	April.	Mai.	Juni.	Juli.
		560 ^{mm} .29	59.60	60.45	60.76	63.42	67.03	68.41
		min.						max.
		August.	Sept.	October.	Nov.	Dec.	Mittel.	Ampl.
		68.25	67.79	64.46	61.79	61.84	563 ^{mm} .33	8 ^{mm} .2

Genf, 1250' hoch.				Gr. St. Bernhard, 7500' hoch.			
Stund.	Januar.	Juli.	Jahr.	Januar.	Juli.	Jahr.	
Mittag	726 ^{mm} .89	727.59		559 ^{mm} .56	568.36 max.		
1	26.60	27.37		59.48	68.35		
2	26.43	27.15		59.40	68.34		
3	26.34	26.98		59.35 min.	68.33 min.		
4	26.43 min.	26.90 min.		59.36	68.35		
5	26.40	26.92		59.42	68.40		
6	26.53	27.03		59.51	68.46		
7	26.68	27.22		59.60	68.54		
8	26.80	27.43		59.68	68.61		
9	26.86 max.	27.64		59.70 max.	68.64 max.		
10	26.85	27.80		59.67	68.62		
11	26.77	27.89		59.59	68.54		
Nacht	26.64	27.91 max.		59.46	68.42		
1	26.51	27.87		59.34	68.27		
2	26.41	27.81		59.22	68.12		
3	26.39 min.	27.76		59.19 min.	67.98		
4	26.45	27.74 min.		59.19 min.	67.90		
5	26.50	27.77		59.26	67.88 min.		
6	26.77	27.83		59.37	67.92		
7	26.95	27.91		59.49	76.99		
8	27.08	27.97		59.61	68.10		
9	27.15 max.	27.98 max.		59.68	68.20		
10	27.11	27.92		59.69 max.	68.29		
11	26.98	27.79		59.65	68.34		
Mittel.	726 ^{mm} .68	727.59	726 ^{mm} .43	559 ^{mm} .48	568.29	563 ^{mm} .64	
Ampl.	0 ^{mm} .82	1 ^{mm} .08	4.8	0 ^{mm} .51	0 ^{mm} .76	10 ^{mm} .0	

Hieraus ersieht sich zunächst ein auffallender Unterschied vom Verhalten der Temperatur an beiden Orten, nämlich dass die Amplitude der jährlichen Fluctuation des Barometerstandes, wenigstens bis zu dieser Höhe, zunehmend ist (anstatt abzunehmen). Dies ist Folge der Ascensions-Strömung im Sommer, deren grosse Bedeutung für die Meteore in der Höhe nun zuerst

sich geltend macht, indem dadurch sowohl die Curven der jährlichen wie die der täglichen Fluctuation charakteristische Aenderungen, in Vergleichung mit dem Tieflande, erfahren. Die jährliche Fluctuation bewährt diese Eigenthümlichkeit der orographischen Meteorologie in der Art, dass die Jahres-Curve im Sommer hoch aufsteigt, und zwar mit grösserer Entschiedenheit und Amplitude als im Tieflande, nicht nur im Innern der Continente, sondern auch des westlichen Europa's, was in dieser Erscheinung noch den oceanischen Charakter zeigt, indem hier der Barometerstand nach Abzug des Dampfdruckes im Winter als höher sich erweist, während an den hochgelegenen Orten auch nach Abzug des Dampfdruckes, also der reine, dampflose Luftdruck eben im Sommer bedeutend höher bleibt. In der That, die Amplitude der jährlichen Barometer-Fluctuation ist in Genf nur $5^{\text{mm}}.3$, auf dem St. Bernhard aber $8^{\text{mm}}.4$, das Maximum erscheint dort im December, hier aber im Juli. Auch in der Curve der täglichen Fluctuation giebt sich die Einwirkung der Ascensions-Strömung im Sommer sehr deutlich zu erkennen, indem sie die bekannten Stunden der beiden Maxima und Minima verschiebt, besonders aber die nachmittägliche Depression mehr oder weniger aufhebt, und auch hierbei bildet nicht etwa nur die Zufuhr von Dampfmenge den Factor, sondern auch die nach oben hin gestiegene Luftmenge. Im Winter sind diese Verschiedenheiten an beiden Orten nur gering, im Januar, sehen wir, erscheint in Genf das erste Minimum des Morgens 3^{h} , das erste Maximum um 9^{h} , das zweite Minimum um 4^{h} Nachmittags, das zweite Maximum um 9^{h} Abends; auf dem St. Bernhard bleiben in diesem Monate die Stunden fast dieselben; aber im Juli tritt die Aenderung ein, wir sehen dann in Genf

das erste Minimum um 4^{h} , das erste Maximum 9^{h} Morgens,

das zweite Minimum um 4^{h} , das zweite Maximum 12^{h} Abends; auf dem St. Bernhard dagegen:

d. erste Minim. um 5^{h} , das erste Maxim. erst um 12^{h} Mittags,

d. zweite Minim. um 3^{h} aber sehr schwach, das zweite Maxim. um 9^{h} Abends.

Also besteht die Aenderung nicht in einer Erhebung des Mittags, analog wie für den ganzen Sommer, sondern das erste Maximum wird vorgeschoben und verspätet sich um drei Stunden bis 12 Uhr Mittags, und die dann folgende Depression verschwindet zwar nicht ganz, aber bleibt doch sogar noch über dem Mittelstande des Monats um $0^{\text{mm}}.04$, und erfolgt schon um 3^{h} (unten erst um 4^{h}), bleibt

auch höher als das frühmorgendliche Minimum, um $0^{\text{mm}}25$, also ist es gar nicht einmal eigentlich eine Depression der Curve zu nennen;*) die Amplitude dieser täglichen Fluctuation ist daher erklärlicher Weise oben schmäler als unten, im Januar wie $0^{\text{mm}}.51$ zu 0.82 , im Juli wie 0.76 zu 1.08 . — Die Undulationen sind nicht besonders berücksichtigt, aber es ist sehr wahrscheinlich, dass deren Amplitude auch nach oben hin abnimmt. Jedoch werden wir später finden, dass das absolute Maximum in der Höhe eigenthümlich nicht im Winter eintritt, sondern im Sommer.

Auch der vergleichbare jährliche Saturations-Stand auf dem St. Bernhard wird einmal angegeben, freilich nur nach dem Haar-Hygrometer, ist aber wegen der Seltenheit, Vollständigkeit und des charakteristischen Verhaltens von grossem Werthe.

St. Bern- hard 7500' hoch.	Januar.	Februar.	März.	April.	Mai.	Juni.	Juli.
	83 proc.	78	75	74	73	79	79
	August.	Sept.	October.	Nov.	Dec.	Mittel.	Ampl.
	81	83	84	83	85	71 proc.	12
Genf 1250' hoch.	Januar.	Februar.	März.	April.	Mai.	Juni.	Juli.
	87	79	76	74	71	74	66
	August.	Sept.	October.	Nov.	Dec.	Mittel.	Ampl.
	70	76	83	81	87	77 proc.	21

Man bemerkt, wie oben im Sommer kaum ein niedrigerer Stand als im Winter eintritt, dass also mit der Ascensions-Strömung, in Folge der Zufuhr von Wasserdampf, auch dieses Meteor zunimmt; damit wird die Amplitude der jährlichen Fluctuation der Saturation oben weit geringer als unten, wie 12 zu 21 proc. Dass auch analog die tägliche Saturation oben im Sommer steigt, anstatt wie unten zu sinken, werden wir später auf noch höheren Orten von mehreren Bergfahrern beobachtet finden.

II. Eben mitgetheilte meteorologische Verhältnisse lassen sich noch vervollständigen aus weiteren Beobachtungen, zunächst nach der Bibliothèque univers. de Genève, in Kämtz Repertor. der Meteorol., 1861, betreffend die Witterungs-Verhältnisse in Genf 1250' hoch und auf dem Gr. St. Bernhard, 7500' hoch, vom Jahre 1857, nach

*) In dem späteren Résumé, die 20 Jahre von 1841 bis 1860 umfassend (in der erwähnten „Note“) findet sich das nachmittägliche Minimum im Juli in der That so völlig verwischt, nur $0^{\text{mm}}.01$ ist angemerkt, dass nur eine einfache Curve erscheint, mit dem Maximum des Abends und dem Minimum früh Morgens, der Amplitude $0^{\text{mm}}.7$. Hiermit stimmen überein die Beobachtungen, welche während einiger Sommertage auf dem Rigi, Faulhorn, Vincent-Hütte und Grand Plateau aufgenommen sind.

Plantamour, welche nicht nur Bestätigung des Angegebenen, sondern auch noch begreifen die Undulationen und die Hygrometeore. Die Temperatur und der Druck der Luft wurden in Genf zweistündlich beobachtet, jedoch mit Auslass der acht Nacht-Stunden von 10^h bis 6^h. Im Jahre 1857 kam eine positive Anomalität des Jahresmittels vor, von 0^o.37 in Genf, und auch auf dem St. Bernhard, von 0^o.16; die Anomalitäten treten an beiden Orten fast gleichzeitig ein, zwar meist positiv, aber mitunter auch negativ, jedoch mit Ausnahme von December, Januar und Februar, diese Monate zeigten Gegensätze unten und oben, Februar hatte unten — 1^o.1, oben + 0.07, die beiden andern erfuhren unten + 0^o.32 und 0^o.04, oben aber — 0^o.37 und — 1^o.7 R. — In den Barometer-Bewegungen sind nun auch die monatlichen Undulationen in ihren absoluten Extremen angegeben; beachtenswerth ist, dass in der Reihe der Monate auch diese beiden senkrecht über einander liegenden Curven ziemlich parallel undulirten, aber auch dass die Amplitude dieser monatlichen Undulationen zwar für das ganze Jahr abnehmend ist nach dem hochgelegenen Orte hin, indessen nur wenig, (wie 34^{mm}.6 zu 41.0), sogar in drei Monaten oben etwas grösser war (Juli, Aug. und Oct.); im Sommer wird diese Amplitude oben wie unten schmaler, im Winter aber am grössten, etwa um das Dreifache. [Dasselbe gilt für die Temperatur, im Tieflande, und wahrscheinlich auch in der Höhe. Aber über die Amplitude der täglichen Undulationen des Barometers erfahren wir hier nichts, ob sie grösser ist im Sommer, gleich wie die der Temperatur und auch wie die tägliche Fluctuations-Amplitude des Barometers und wie im Tieflande, und ob sie nach oben hin schmaler wird, obgleich alle diese Verhalten wahrscheinlich sind]. Folgendes Schema ist davon zusammengestellt von beiden Orten:

Jährliche und monatliche absolute Amplitude der Barometer-Undulationen in Genf,
im Jahre 1857.

	Dec.	Jan.	Febr.	März.	April.	Mai.	Juni.	Juli.	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Jahr.	Ampl.
Mittel .	725 ^{mm} .80	21.66	31.04	24.78	22.30	24.53	27.75	29.23	27.07	28.16	26.26	29.20	26.45	9.4
absol. Max.	741.19	736.30	738.2	736.0	732.9	732.2	733.8	735.4	734.3	736.9	733.2	738.1	741.1	
absol. Min.	700.16 ^{max.}	704.78	717.7	712.9	711.9	117.6	721.3	724.2	720.8	721.0	717.7	714.3	700.1	
absol. Ampl.	41 ^{mm} .03 ^{min.}	31.52	20.5	23.1	21.0	14.6	12.5	11.1	13.4	15.8	15.5	23.7	41.0	

Also das absolute Maximum wie auch das abs. Minimum traten hier unten ein im Winter, im December, jenes am 21., dies nur 3 Tage später, am 26. December; die grösste monatliche Amplitude kam vor im December, die schmalste im Juli (bez. 41^{mm} und 11^{mm}); das absol. Maximum stieg nur 15.3 über das Mittel des Monats, December; das absol. Minimum aber fiel 25.7 darunter; dagegen im Juli stieg das abs. Maximum 6. 2 über das Monatsmittel, aber fiel das abs. Minimum nur 4 darunter; so verhielt es sich überhaupt, dass im Winter die negative Schwankung überwiegend war, im Sommer aber die positive ihr gleich kam.

Jährliche und monatliche absolute Amplitude der Barometer-Undulationen auf dem St. Bernhard.

	Dec.	Jan.	Febr.	März.	April.	Mai.	Juni.	Juli.	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Jahr.	Ampl.
Mittel .	560 ^{mm} .09	54.70 ^{min.}	64.40	60.02	58.8	63.8	67.5	70.6 ^{max.}	68.1	68.7	65.1	65.3	563 ^{mm} .93	15.9
abs. Max.	573.17	566.57	571.5	570.4	570.0	571.1	572.8	576.3 ^{max.}	574.2	575.7	572.1	570.9	576.3	
absol. Min.	538.48	542.94	550.7	549.6	549.4	557.6	560.8	563.6 ^{max.}	559.2	563.4	556.1	550.3	538.4	
abs. Ampl.	34.69 ^{min.}	23.63	20.8	20.7	20.6	13.4	11.9	12.7	15.0	12.3	16.0	20.6	34.6	

Hier in der Höhe trat das absolute Maximum des Barometerstandes ein nicht im Winter, sondern im Sommer, im Juli, jedoch das absolute Minimum erschien auch in der Höhe im Winter und zwar, sehr beachtenswerth, gleichzeitig wie unten, am 26. December. Im Allgemeinen wurde freilich auch hier die Amplitude der monatlichen Undulationen weit schmäler im Sommer, im December 34.6, im Juni 11.9, aber die Maxima wurden hier höher im Sommer (wie die ganze Curve des mittleren Barometerstandes); dagegen im Winter war auch hier die negative Schwankung weit übertreffend an Umfang die positive, und im Sommer nahm letztere zu und übertraf sogar die andere. Es bewährt sich wieder die weit grössere Amplitude der jährlichen Fluctuation am hochgelegenen Orte; diese Amplitude war in diesem Jahre besonders gross, sie betrug unten nur 9^{mm}.4, oben aber 15.9; auch das Aufsteigen der Barometer-Curve im Sommer erwies sich wieder, denn in Genf verhielten sich die sechs winterlichen Monate, October bis März, zu den sechs sommerlichen, April bis September nur wie 726^{mm}.3 zu 726.4, (Diff. 0.1) aber auf dem St. Bernhard wie 561^{mm}.5 zu 566.2 (Diff. 4^{mm}.7); und zwar bleibt diese sommerliche Erhebung auch nach Abzug des Dampfdrucks. — Die Dampfmenge ist zu Genf mittelst des Psychrometers bestimmt, auf dem St. Bernhard wird dies Instrument noch nicht gebraucht. Da bei mehreren Gelegenheiten an Orten der hohen Regionen die Rede gewesen ist von dem Erscheinen der Dampfmenge um Mittag mit der Ascensions-Strömung, und von der dortigen Umkehrung der Zeit der Saturations-Extreme im täglichen Gange, so mag die tägliche Curve der Dampfmenge in Genf von den extremen Monaten angegeben werden (wie auch der Saturation), zur Vergleichung.

Morgens.					Nachmittags.						
	6h	8	10	12	2h	4	6	8	10h	Ampl.	Mittel.
Januar .	3mm.77	3.67	3.76	3.70	3.90	3.96	3.90	3.89	3.77	0mm.29	3.81
Juli .	9.94	9.47	9.47	9.82	10.63	10.38	10.18	10.67	10.24	1.20	10.08
(Aug.) .	11.32	11.46	11.61	11.55	11.51	11.24	10.70	11.38	11.46	0.91	11.21
Jahr .										7.40	7.20

Also im Januar culminirt in Genf die Dampfmenge um 4^h Nachmittags, aber nicht so im Sommer, dann geht offenbar ein Theil der Dampfmenge hier verloren mit der aufsteigenden Strömung nach oben hin, wie es bekanntlich

geschieht überall wo bis zu gewissem Grade Continentalität besteht, vielleicht nur nicht auf Küsten und kleinen Inseln, und der Genfer See an dessen spitzen Ende die Stadt liegt, bietet doch eine zu unbedeutende Oberfläche, um das Klima zu decontinentalisiren in dieser Hinsicht. Die Jahres-Curve der Dampfmenge war in Genf diese:

	Jan.	Febr.	März.	April.	Mai.	Juni.	Juli.	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Ampl.	Jahr.
Tension.	3mm.81 min.	3.87	4.82	5.45	8.17	9.37	10.08	11.21 max.	10.70	8.78	5.90	4.20	7.40	7.20

Die Saturation zeigte folgende tägliche Curve in Genf:

	Morgens.				Nachmittags.					Ampl.	Jahr.
	6 ^h	8	10	12	2	4	6	8	10 ^h		
Januar . . .	90 proc.	83	81	75	76	79	83	85	85	15	18
Juli . . .	78	62	51	44	41	42	45	58	64	37	54
(Aug.) . . .	88	76	69	61	58	60	64	71	78	30	79
Jahr . . .											73 proc.

Die Jahres-Curve der Saturation war diese:

	Jan.	Febr.	März.	April.	Mai.	Juni.	Juli.	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Ampl.	Jahr.
Satur.	81 pr.	80	70	63	70	65	54	79	75	82	85	83	31	73 pr.

Also die Saturation erreicht hier unten entschieden ihre Höhe bei Nacht und im Winter; dass sie oben im Sommer kaum niedriger wird, ist früher schon dargelegt.

Anmerkung. Bekanntlich haben mehrere Beobachter auf ihren Bergfahrten im Sommer gefunden, dass an den hohen Orten umgekehrt am Mittage die Saturation steigt. Wie der tägliche Gang der Saturation auf dem St. Bernhard sich verhält sagt eine Angabe von Dove (in Poggend. Ann. d. Ph. XVI), in senkrechter Erhebung nehme der Saturationsstand gerade in den wärmeren Stunden zu, dagegen in den kälteren Stunden ab, und zwar mehr im Sommer als im Winter, aber die Amplitude der Oscillationen, jährlicher wie täglicher, werde nach oben hin schmaler. In welcher Weise im jährlichen Gange auf dem St. Bernhard die Dampfmenge eine Steigerung im Sommer erfährt, findet sich angeführt in B. Studer's Lehrb. der physikal. Geographie 1847, B. II. S. 488, nach einem Berichte Plantamour's vom Jahre 1846, von sechs Jahren auf dem St. Bernhard in folgender Tabelle, woraus auch mit Zahlen (nach Linien) erwiesen wird, dass die Steigerung des Barometerstandes im Sommer, mit so beträchtlicher Amplitude, wirklich noch bleibt selbst nach Abzug des Dampfdruckes. (S. auch später.)

Von den Winden werden in Genf die 16 Richtungen beobachtet; aber auf dem St. Bernhard erscheinen immer nur NO oder SW, weil die Richtung des Passes nur diese beiden zulässt. Auf beiden Standorten sind diese zwei Winde die weit überwiegenden, und besonderer Weise ist die nördliche Richtung häufiger als die südliche, mehr jedoch oben als im Tieflande, und dort mehr im Sommer; auch waren in diesem Jahre nur in drei Monaten die vorherrschenden Luftströme oben verschieden von den unteren; im November und Februar war oben SW, während unten NO wehte, und im December oben NO, während unten SW. — Die Regen- und Schnee-Tage, wie die Regenmenge, wurden beeinträchtigt durch die anomale Trockenheit des (auch als Weinjahr berühmten) Jahres 1857, im Mittel von 32 Jahren ist die jährliche Regenmenge in Genf 825^{mm}.0 (30''), auf dem St. Bernhard 1508^{mm} (56''). Dies Jahr betrug sie unten nur 583^{mm}, oben nur 663^{mm}, wobei hier die Höhe des Schneefalls nur 4.1 Meter war, während sie sonst 10 bringt. In Folge davon blieben die Flüsse und der Genfer See im Sommer ungewöhnlich niedrig, im Juli und August war der See um 25 Zoll anomal niedrig (das muss auch auf die Gletscher mindernd gewirkt haben). Von besonderem Werth ist die Vergleichung der Bewölkung oben und unten, sie war im Sommer stärker oben, von April bis October, dagegen im Winter oben geringer, im Allgemeinen verhält sich dies umgekehrt unten, in Genf, d. h. im Winter ist die Bewölkung hier vermehrt, im ganzen Jahre war sie oben geringer als unten, wie 59 zu 63.

III. Nachträge aus den Jahren 1859 und 1860. Aus E. Plantamour, Résumés météorologiques pour Genève et le Grand Saint Bernard mögen von den beiden Jahren 1859 und 1860 noch ergänzende Mittheilungen folgen, auch die Hygrometeore begreifend. Das Jahr 1859. Die Temperatur des Rhoneflusses, in 3' Tiefe um 1^h Nachmittags, lässt sich in folgender Weise zusammenstellen mit derjenigen der Luft um 2 Uhr in Centigr.

	Jan.	Febr.	März.	April.	Mai.	Juni.	Juli.	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Ampl.
Barom.	248 ^{mm} .0	47.4	48.7	48.9	49.8	51.4	51.8	51.8	51.4	49.8	49.3	49.2	4 ^{mm} .4
Dampf	0 ^{mm} .88	0.95	1.05	1.18	1.60	2.27	2.47	2.47	2.35	1.79	1.35	1.06	1 ^{mm} .59
Dampfloser Luftdr.	247 ^{mm} .1	46.4	47.7	47.7	48.2	49.1	49.4	49.3	49.0	48.0	47.3	48.1	2 ^{mm} .9
		min.					max.						

	Dec.	Jan.	Febr.	März.	April.	Mai.	Juni.	Juli.	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Mittel.	Ampl.
Rhone	7 ^{0.0}	4.8	4.9	6.7	8.2	10.8	15.7	21.2	21.3	15.6	15.2	8 ^{0.8} C.	9 ^{0.3}	13 ^{0.0} R.
Luft	2 ^{0.0}	— 0.1	2.0	6.9	9.1	12.7	16.2	22.2	20.6	14.7	11.1	4 ^{0.3} C.	8 ^{0.1}	17.4 R.

Demnach erwies wieder das Wasser langsamere Erwärmung und auch Abkühlung, die Rhone zeigt zunehmende Erwärmung bis in August, zunehmende Abkühlung bis in Februar; im Mittel des Jahres blieb das Flusswasser wieder etwas wärmer als die Luft, um 1^{0.5}. Die mittlere Temperatur der Luft dieses Jahres (8^{0.1}) zeigte eine positive Anomalität um 1^{0.0} R.*), das absolute Minimum erreichte am 11. Januar — 8⁰, das absol. Maximum am 9. Aug. 28⁰. — Auf dem St. Bernhard hatte das Jahr 1859 ebenfalls eine positive Anomalie, aber nur um 0^{0.6} R. (— 0^{0.8});**) die Vergleichung ergibt wieder, dass oben, in 7500' Höhe diese Bewegungen im Allgemeinen mit denen unten, in 1250' Höhe, Schritt hielten, jedoch mit Ausnahme von zwei Monaten, der December 1858 war oben kälter während er unten wärmer war, der November 1859 war oben wärmer, unten kälter (sieht man nach den Winden, so findet man wirklich für den December angegeben oben NO, unten SO, und für den November oben SW, und unten SO). Der kleine See neben dem Hospiz wurde eisfrei am 18. Juli und eisbedeckt am 25. Oct. — Der Barometerstand in diesem Jahre zeigte auch eine positive Anomalie oben wie unten, er war oben 565.0 (anstatt 563.6), unten 727.6 (anstatt 726.4), und wieder seine Abnahme der absoluten jährlichen Undulations-Amplitude nach der Höhe hin, diese betrug in Genf 37^{mm}.5 (Maxim. im Jan., Minim. im Oct.), auf dem St. Bernhard nur 28.8 (Maxim. im Juli, Minim. im April); die jährliche Fluctuation erweist wieder die Steigerung des Barometerstandes im Sommer in Folge der aufsteigenden Luftströmung (die jährliche Fluctuations-Amplitude war unten 10^{mm}.7, mit Maxim. im Januar, Minim. im Mai, oben

*) Die mittlere Temperatur war:

des Jahrs 8^{0.1} R.

Winter 1^{0.0}

Herbst 8^{0.0}.

Frühling 7^{0.2}

Sommer 15^{0.7}

**) Die mittlere Temperatur war:

des Jahrs — 0^{0.8} R.

Winter — 9^{0.5}

Herbst — 0^{0.1}.

Frühling — 1^{0.9}

Sommer 5^{0.5}

war sie $11^{\text{mm}}.0$, wieder mit Maxim. Juli, Minim April und Dec.), welche unten nur gering, aber oben sehr beträchtlich ist und hier selbst nach Abzug des geringen Dampfdrucks bleibt; sie muss hier die Bedeutung der Winde in der barischen Windrose für jene Jahreszeit sehr abschwächen. Von den Winden war unten der NO überwiegend über den SW wie 1.07 zu 1, die allgemeine Richtung NW, aber vorzugsweise im Sommer (dabei ist wahrscheinlich localer Seewind in Rechnung zu bringen, das Observatorium liegt südlich vom See); oben war der NO noch mehr überwiegend, wie 1.5 zu 1, die mittlere Richtung war hier NO [wie gesagt können hier in Folge der Richtung des Passes, nur NO und SW wehen und es ist unsicher, wie weit die wirkliche Richtung hier local völlig umgekehrt werden kann], der SW aber überwog in drei Monaten, Oct., November und Mai. Die Intensität war grösser oben als unten, wie 29 zu 13, auch die Calmen häufiger oben. — Die Regenmenge war unten nur 622^{mm} , oben 945, dagegen die Zahl der Regentage unten 115, oben nur 98; hier betrug der Schneefall etwa 24', fehlte nur im Juli und August. Da auch dies Jahr zu den trocknen und warmen gehörte, war fast an allen Gletschern ein Rückgang, besonders aber eine beträchtliche Ablation wahrnehmbar. Gewitter zählte man unten 25, vom April bis Sept., oben nur 7, Mai bis August. Klarheit der Himmelsdecke war oben häufiger als unten, die Zahl der klaren Tage war unten nur 79, oben 111, jedoch ist der Unterschied bemerkenswerth, dass oben im Winter die Zahl der klaren Tage am grössten ist (46), zumal im Januar, unten aber dann am geringsten (15), dagegen im Sommer unten die grössere Zahl der heiteren Tage erscheint, zumal im Juli.

Das folgende Jahr, 1860, hatte im Gegensatz in Genf eine negative Anomalie der mittl. Temperatur, um $0^{\circ}.4$ R., mit Ausnahme von zwei Monaten, Januar, wo SW herrschte, und Mai, welche zu warm waren*) (dasselbe fand Statt oben auf dem St. Bernhard, negative Anomalie des Jahres, um

*) Mittlere Temperatur war:

des Jahrs $7^{\circ}.0$ R.

Frühling 6.4

Winter $0^{\circ}.28$

Sommer 13.0

Herbst $7^{\circ}.0$,

auch das Wasser des Rhoneflusses blieb das ganze Jahr kühler, ausser im Januar (4.0 C.), im Juli erreichte es im Mittel nur $17^{\circ}.6$ C., im Jahre nur $9^{\circ}.9$ C. ($7^{\circ}.5$ R.).

1⁰.0 R. mit Ausnahme von Januar und Mai, und auch October); das absolute Minimum erreichte in Genf — 18⁰.6 R., am 21. Dec. 1859 (binnen der letzten 25 Jahre erreichte das extremste Minimum — 20⁰ 2), diese excessive Kälte trat ein nach einer Reihe wechselnd kalter Tage contrastirend rasch, bei NNO mit klarer Calme, auf sehr kurze Zeit, schon am folgenden Tage kam Wolkendecke (SW) und stieg die Temperatur eben so rasch, bis 2⁰.4 R., in 24 Stunden eine Differenz von 21⁰ R. — Auf dem St. Bernhard kam, wie gesagt, ebenfalls negative Anomalie der Temperatur vor, noch stärker als unten, um 1⁰.04;*) hier kam das excessive Minimum im December auch vor, aber beginnend schon einige Tage früher als unten, 15. und 16. Dec. (anstatt 21. Dec.), es erreichte dann — 20⁰ und — 21⁰.7 R.; am 20. Dec. hielt es sich auf — 19⁰ und — 16⁰, bei starkem NO, und dann trat schon am Abend des 20. Dec. die Umsetzung und Erwärmung ein, um Mittag des 21. schon bis — 5⁰.2 [also, wie es scheint, etwas früher oben als unten, wahrscheinlich auch mit SW]. Der kleine See beim Hospiz wurde erst am 31. Juli eisfrei, und war wieder überfrozen am 4. October; im Mittel von 22 Jahren findet man die erstere Erscheinung eintreten am 17. Juli, die zweite am 17. October; er bleibt also nur 3 Monate eisfrei. — Auch der Barometerstand zeigte eine negative Anomalie in diesem Jahre, sowohl unten wie oben, bez. 725.7 (anstatt 726.4) und 562.2 (anstatt 563.4). [Denkwürdig ist der Umstand, dass die Anomalität des Luftdrucks nun nicht gerade entgegengesetzt derjenigen der Temperatur in beiden Jahren sich verhielt, sondern parallel damit ging; in Genf findet man freilich, dass die Dampftension im warmen Jahre grösser gewesen ist als im kühleren, etwa um 0.^{mm}.7, doch dies erklärt nicht genügend; vielleicht ergeben mehre andere Jahre das richtige Gegentheil]. — Die Winde waren in diesem Jahre unten überwiegend SW (zu NO wie 1 zu 0.85), aber oben war wieder der NO überwiegend [man kann, wie gesagt, daraus keinen allgemeinen Schluss ziehen wegen localer Einschränkung der Lage des Hospiz]; die Intensität war wieder oben weit grösser als unten, wie 25 zu 11, und wieder waren Calmen auch häufiger oben; in mehren Monaten wehte der

*) Mittlere Temperatur war:

des Jahrs — 2 ⁰ .6	Frühling — 4.0
Winter — 8 ⁰ .4	Sommer 2 ⁰ .9
Herbst — 1 ⁰ .2.	●

herrschende Wind aus entgegengesetzter Richtung an den beiden Orten, z. B. im Jan., März, Mai und October war unten meist Südwest, oben Nordost [der Parallelismus der Barometer-Curven, nach Abzug des Dampfes, kann hier mehr entscheidend sein für Gleichzeitigkeit der beiden Haupt-Luftströme, dazu würde eine meteorische Windrose für Genf aufgestellt freilich sehr mitwirken]. — Die Regenmenge ist bedeutend im Jahre gewesen, ausser im Frühling, die Regentage waren wieder zahlreicher unten als oben, wie 153 zu 139; die Schneehöhe war oben im Februar und März wegen heftiger Stürme nicht zu messen gewesen, sie betrug für die übrigen 10 Monate 8.4 Meter, im Ganzen wohl 11 Meter (etwa 34 Fuss). Gewitter waren in Genf 20, von Mai bis September, doch auch 1 im Januar (von oben sind sie nicht angegeben). Die Himmelsdecke ist von grösserer Klarheit wieder oben als unten gewesen, klare Tage waren oben im Jahre 79, im Winter 27, im Herbst 22, im Sommer nur 16, unten dagegen im Jahre nur 38, im Winter nur 7, im Herbst 14, im Sommer 14.

IV. Aus einem noch früheren Berichte des Verf. mögen hier Angaben stehen, weil sie ferner Nachträgliches enthalten, namentlich für die Undulationen des Barometers, für die locale Ablenkung der Windrichtung und für den Dampfdruck auf dem St. Bernhard. (*Résumé mét. des dernières années pour Genève et le Gr. S. Bernard*, Bibl. univ. 1847); es betrifft die 7—10 Jahre vor 1847. Ueber die jährliche Fluctuation des Barometers unten und oben, auch nach Abzug des Dampfdrucks, sagt der Verfasser: In Genf erfährt der Barometerstand eine geringe Erhebung im Sommer, um $0^{\text{mm}}.7$, während er in benachbarten aber niedriger liegenden Orten [und auch östlicher und mehr continental gelegenen] umgekehrt im Sommer sinkt; aber auf dem St. Bernhard ist diese sommerliche Steigerung noch weit beträchtlicher, sie ist $7^{\text{mm}}.8$. Nun erfolgt eine Angabe des Barometerstandes für alle Monate nach Abzug des Dampfdrucks für Genf und den St. Bernhard, woraus zugleich der Dampfdruck selber auch am letzteren Orte ermittelt werden kann; das Schema lautet in folgender Weise, nach täglich viermaligen Beobachtungen:

Genf, 1250' hoch.

	Mittel.	Dec.	Jan.	Febr.	März.	April.	Mai.	Juni.	Juli.	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Ampl.
Barometerstand . .	726. ^{mm} 37	28.96	26.93	24.12	26.32	24.63	24.86	26.93	27.63	27.44	26.92	25.42	26.19	4.84
Dampfloser Druck .	720.62	24.45	23.40	20.60	22.72	19.78	18.84	19.37	19.76	19.70	18.96	19.59	21.30	5.61
Dampfdruck . . .	5.64	4.51	3.53	3.52	3.60	4.85	6.02	7.56	7.87	9.74	7.96	5.83	4.89	6 ^{mm} .22

Gr. St. Bernhardt, 7500' hoch.

	Mittel.	Dec.	Jan.	Febr.	März.	April.	Mai.	Juni.	Juli.	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Ampl.
Barometerstand . .	563 ^{mm} .70	61.78	59.51	58.15	61.09	61.59	63.58	67.19	68.18	68.09	67.15	63.18	61.91	10 ^{mm} .03
Dampfloser Druck .	560.98	59.82	57.48	56.00	58.57	58.92	59.94	62.10	62.72	62.45	61.83	59.63	59.37	6.72
Dampfdruck . . .	2 ^{mm} .72	1.56	2.03	2.15	2.34	2.67	3.64	5.09	5.46	6.64	5.42	5.55	2.74	5.08

So ist in Genf der dampflose Luftdruck im Sommer um 3^{mm}.2 geringer als im Winter (in Halle beträgt diese jahreszeitliche Differenz 7^{mm}.4), dagegen auf dem St. Bernhard ist umgekehrt dieser Druck im Sommer höher, um 4^{mm}.6; diese Anomalie (der Gebirgs-Orte) entsteht in Folge davon, dass im Sommer mehr Luftmasse über einem solchen Orte erhoben sich befindet als im Winter. Ueber die tägliche Barometer-Fluctuation sagt schon damals der Verf., auf dem St. Bernhard kommt das erste und tiefere Minimum gegen Sonnenaufgang, das erste Maximum verspätet sich bis 12 Uhr Mittags (also 3 Stunden später als die Regel ist im Tieflande und in Genf), das zweite geringere Minimum erfolgt um 3^h Nachmittags, das zweite Maximum Abends gegen 9^h (und zwar das grössere, während unten dies das geringere ist), diese Amplitude ist unten 0^{mm}.90, oben nur 0^{mm}.52. [Uebrigens gilt dies nur für den Sommer, im Winter ist die tägliche Barometer-Curve oben ziemlich parallel derjenigen in Genf, s. früher]. Ueber die Undulationen des Barometers. Die absoluten extremen Undulationen erreichten binnen der sechs Jahre in Genf als Minimum

700^{mm}.7 (Februar 1843), als Maximum 743.3 (Februar 1856), auf dem St. Bernhard als Minim. 540.4 (Jan. 1845), als Maxim. 576.5 (Juli), also extremste Amplit. 43^{mm} und 36. Die monatlichen Barometer-Undulationen haben eine grössere Amplitude im Winter als im Sommer, und diese ist auch etwas abnehmend nach oben hin; in Genf ist sie im Januar 26.9, im Juli 13.6 (Aug. 12.9), auf dem S. Bernh. im Jan. 22.1, im Juli 13.1 (Aug. 11.9), an beiden Orten ist die Erhebung über die Mittellinie bedeutender als die Senkung darunter (oben wie 11 zu 8, unten wie 10 zu 7). [Die täglichen Undulationen sind vielleicht, wie die der Temperatur, wenigstens im Sommer oben nicht geringer als unten, darüber fehlen noch die Thatsachen.] — Winde. Diese sind für Genf von 20 Jahren gegeben, bis 1846, im Ganzen mit 26663 Anzeichnungen, ein bekannter localer Wind heisst „la bise“, er ist nord-nordöstlich [vom Genfer See her wahrscheinlich, oder auch in Folge der Thalrichtung]. Die Lage der Berge muss die Winde von Süd-Ost beschränken, und auch die von Nord-West; die Resultirende des Jahres ist NW, aber im Winter, November bis Januar, SW; das Vorwiegen der nördlichen vor den südlichen ist wie 1.1 zu 1, die Intensität ist am grössten im Mai und April, am geringsten im December und überhaupt im Winter, auch Calmen (im Ganzen 6090) sind mehr im Winter und Herbst. Auf dem St. Bernhard ist der NO vorwiegend vor dem SW wie 1.3 zu 1, freilich können nur diese beiden Richtungen hier vorkommen [die Barometer-Windrose würde erst belehren über die in diesen Wind-Richtungen versteckt sich befindenden beiden Passate]. — Regentage waren binnen 20 Jahren zu Genf jährlich 117, die Regenmenge betrug 844^{mm}, etwa gleich in allen Jahreszeiten, etwas mehr im Herbst; — auf dem St. Bernhard war binnen 7 Jahren die Zahl der Regentage jährlich etwas grösser als unten, 128, die Regenmenge mit dem geschmolzenen Schnee, 1990^{mm}. die Höhe des Schneefalls betrug mehrmals in einem Monate 7 Meter, dies giebt 700^{mm} Wasser [also 1 Meter Schnee liefert 100 Millimeter Wasser]. Uebrigens meint der Verf., dass man nicht allgemein so bedeutende Niederschläge auf den Alpenhöhen annehmen müsse, die Lage und Configuration dieses Passes begünstige sie hier local in hohem Grade [es fehlt noch an Beobachtungen an anderen hohen Orten; man muss eigentlich erwarten, dass die Höhe von 7500' schon über dem Wolken-Gürtel liegt, wenigstens im Winter]; die Vertheilung der Regenmenge auf dem St. Bernhard ergiebt am wenigsten im

Sommer. Dennoch war, im J. 1846 verglichen, die Zahl der heiteren Tage grösser oben als unten, wie 62 zu 53, und zwar oben weit häufiger im Winter, unten dagegen weit häufiger im Sommer [demnach muss die bedeutende Schneemasse in einzelnen Gestöbern herunterkommen]; die Tageszeit betreffend wird der Himmel häufiger bedeckt zur Mittagszeit, oben wie auch unten.*)

Auf dem Stilfser Joch, St. Maria, Meteorologie in Vergleichung mit der in Botzen (46° 31' N) 7600' hoch. [Als controlirendes Seitenstück zur Vergleichung mit dem Gr. St. Bernhard und Genf wird dieser Ort mit Botzen dienen, nach dem Beobachter Corbetta, wenigstens von einem Jahre, 1856, für die meteorolog. Central-Anstalt in Wien, Temperatur und Luftdruck betreffend; die Bestätigung der dort gefundenen Gesetzmässigkeit verfehlt nicht, sich einzustellen; die Beobachtungen sind dreimal täglich aufgenommen, um 6^h, 2, 9, nach Réaumur und p. Linien].

Temperatur. Santa Maria auf dem Stilfser Joch, 7600' hoch.

	Dec.	Jan.	Febr.	März.	April.	Mai.	Juni.	Juli.	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Jahr.	Ampl.
Mittel . . .	−10 ⁰ .9	−6 ⁰ .8	−6.9	−5.3	−5.6	−1.9	4.6	5.5	6.3	3.1	−0.5	−7.8	−20.2	170.2 R.
Abs. Maximum	6.7	3.2	1.5	−2.1	−2.0	4.2	11.8	12.8	13.2	6.8	5.3	−3.8	13.2	
Abs. Minimum	−15.4	−13.2	−14.4	−13.4	−10.4	−6.8	4.0	−1.4	1.6	−3.2	−8.4	−13.5	−15.4	
Monatl. Ampl.	22.1	16.4	15.9	15.9	8.4	11.0	7.8	14.2	11.6	10.0	13.7	9.7		280.6

Botzen (46° 30' N.), 720' hoch.

Mittel . . .	0 ⁰ .2	10.5	4.0	6.0	10.4	12.0	17.7	16.5	17.6	12.9	8.8	2.5	90.2	170.5
Abs. Maximum	5.4	8.0	12.0	12.8	17.7	22.7	24.2	23.4	24.8	21.9	16.8	10.4	24.8	
Abs. Minimum	−6.5	−3.0	−1.5	−1.5	3.0	6.0	11.1	7.8	12.6	6.0	2.8	−3.7	−6.5	
Monatl. Ampl.	17.0	16.7	11.5	9.2	8.0	7.5	5.2	6.3	9.1	5.5	7.3	11.5		310.3

*) Wenn in diesem Auszuge von Beobachtungen Wiederholungen nicht vermieden sind, so ist dies absichtlich geschehen, der Neuheit der Thatsachen wegen, die innere Uebereinstimmung fehlt nicht.

Die Abnahme der mittleren Jahres-Temperatur nach der Höhe hin erfolgte also hier in Stufen für 1^o R. von 600' (auf dem St. Bernhard hatten wir aus einer grossen Jahresreihe 660' gefunden); aber die Abnahme der Temperatur im Januar zeigte wieder grössere Stufen, von 830', im Juli kürzere, von 520' [auf dem St. Bernhard fanden wir diese Stufen bez. 810' und 550']. Die Amplituden der Oscillationen sind im Ganzen abnehmend nach oben hin, die jährliche Fluctuation war in diesem Jahre wahrscheinlich anomal gross auf dem Stilfser Joch 17^o.2 (in Botzen 17^o.5), jedoch die monatlichen Undulations-Breiten waren entschieden am hohen Orte nicht schmäler; [obgleich sie in einer grösseren Reihe von Jahren entschieden abnehmend nach oben hin sich erweisen würden, wie auf dem St. Bernhard, wenn auch nicht bedeutend]; aber die absoluten Extreme wurden in der Höhe geringer, 28^o.6 (zu 31^o.3), das absolute Maximum trat gleichzeitig ein oben wie unten, am 17. Aug., das absolute Minimum oben 17 Tage später (20. und 3. Dec.). Auf dem hohen Standorte blieben 8 Monate unter 0^o, nur in drei (oder zwei) Monaten fiel die Temperatur niemals unter 0^o [doch mit Ausnahme des Nachts, wie man annehmen muss].

Luftdruck. Santa Maria auf dem Stilfser Joch.

	Dec.	Jan.	Febr.	März.	April.	Mai.	Juni.	Juli.	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Jahr.	Ampl.
Mittel . . .	224 ^{'''} .4 (min.)	47.1	45.5	45.4	44.4	46.8	50.9 (max.)	48.3	50.1	48.3	50.4	46.4	247 ^{'''} .5	6 ^{'''} .5
Abs. Maximum	249.7	50.8	48.2	49.6	48.0	50.5	52.9	53.1	53.9 (max.)	50.2	51.2	49.8	253.9 Aug.	
„ Minimum	239.6	42.0	42.3	41.8	39.9	42.3	48.3	47.9	47.9	46.9	48.7	43.1	239.6	
„ monatl. Amp.	10 ^{'''} .1	8.8	5.9	7.8	8.1	8.2	4.6	5.2	5.2	3.3	2.5	7.7	14 ^{'''} .3	
Botzen.														
Mittel . . .	327 ^{'''} .0	25.1	27.6	27.1	25.9	24.5 (min.)	26.9	26.3	26.2	25.4	29.0	26.0 (max.)	326 ^{'''} .4	4 ^{'''} .5
Abs. Maximum	31.6	33.9 (max.)	32.1	31.9	29.3	27.9	29.9	29.7	28.9	28.3	32.6	30.3	33.9	
„ Minimum	14.6 (min.)	17.2	20.6	22.7	21.3	20.4	23.7	23.4	19.8	22.8	25.5	18.8	14.6	
„ monatl. Amp.	17 ^{'''} .0	16.7	11.5	9.2	8.0	7.5	5.2	6.3	9.1	5.5	7.3	11.5	19 ^{'''} .3	

Niederschlag.													
Stilfser Joch	79'''	160	47	65	29	172	89	169	47	157	44	67	1125'' (93'')
Botzen	8'''	25	15	5	42	68	17	38	26	34	31	18	

Winde.

Stilfser Joch	W.	W.	W.	W.	W.	W.	W.	W.	N.	NW,O.	W.	NO.
Botzen	NO.	NW.	NO.	NW.	SW.	NW.	NO.	W.	NO.	NO.	NO.	NO.

Die Barometer-Bewegungen erweisen also auch auf diesem hohen Standorte einen höheren Stand im Sommer, und in Folge davon auch eine grössere Amplitude der jährlichen Fluctuation als am Orte im Tieflande (6'''5 zu 4'''5); dagegen die tägliche Fluctuation wird sehr wahrscheinlich oben geringere Amplitude zeigen, mit der angegebenen Verschiebung des vormittäglichen Maximum bis zum fast völligen Auslöschen des nachmittäglichen Minimum, Folgen der Ascensions-Strömung, der jährlichen wie der täglichen. Die jährliche absolute Undulations-Breite war oben bedeutend geringer als unten, wie 14'''3 zu 19'''3, und zwar erschien oben das absolute Maximum im Sommer, im Juli, aber unten im Januar, das Minimum aber an beiden Orten im Winter, im December, oben 14 Tage früher als unten; die monatlichen Undulationen sind oben schmaler, aber an beiden Orten geringer im Sommer. (Die täglichen Undulationen haben vermuthlich eine grosse Amplitude in der Höhe, ein Beweis dafür findet sich später von der Vincent-Hütte.)

Die Niederschläge waren oben weit beträchtlicher an Menge als unten, fast dreifach, und ziemlich gleich auf die Jahreszeiten vertheilt (obgleich wahrscheinlich mehr heitere Tage im Winter vorkommen).

Die Winde, oben fast in jedem Monate als W. bezeichnet, haben wahrscheinlich locale Richtung; nur eine thermische und barische Windrose könnte dann darin die beiden Passate unterscheiden. Vielleicht gilt Aehnliches von Botzen; indess ist das Ueberwiegen der nördlichen Richtung auffallend und schon öfters von der Südseite der Alpenkette erwähnt, indem dies erklärt wird durch Rücklenkung des Aequatorial-Stroms.

Folgende kurze schematische Zusammenstellung der Temperatur- und Luftdrucks-Verhältnisse an den zwei hohen Orten 7500' hoch und den zwei Orten des Tieflandes wird eine Uebersicht gewähren.

	Mittlere Temperatur.			A m p l i t u d e n						
				der Fluctuation.			der Undulationen.			
	Jahr.	Jan.	Juli.	jährl.	tägliche		jährl.	monatl.		tägl.
					Jan.	Juli.		Jan.	Juli.	
Santa Maria 7600' hoch.	—2 ⁰ .2	—6.8	5.5	12.3	—	—	min. — 15.4 max. 13.12 abs. Ampl. 28.6	11 ⁰ .0	5 ⁰ .0	—
Gr. St. Bernhard 7500' hoch.	—1 ⁰ .5	—8.2	4.8	13.0	2 ⁰ .4	4 ⁰ .6 *)	min. — 21.0 max. 12.1 abs. Ampl. 33 ⁰ .1	—	—	—
Botzen 720' hoch.	9 ⁰ .2	0.2	17.7	17.5	—	—	min. — 6.5 max. 24.8 abs. Ampl. 31.1	16 ⁰ .7	6 ⁰ .3	—
Genf 1250' hoch.	7 ⁰ .1	—0.5	14.2	16.1	2 ⁰ .5	7 ⁰ .4 *)	min. — 20 max. 28 abs. Ampl. 48 ⁰	—	—	—

	Mittler Luftdruck.			A m p l i t u d e n						
				der Fluctuation.			der Undulationen.			
	Jahr.	Jan.	Juli.	jährl.	tägliche		jährl.	monatliche.		tägl.
					Jan.	Juli.		Jan.	Juli.	
Santa Maria	247 ^{mm} .5	47.1	50.2	6 ^{mm} .5	—	—	14 ^{mm} .3	8 ^{mm} .8	5.2	—
Gr. St. Bernhard	563 ^{mm} .6	59.4	68.2	3 ^{mm} .6	0 ^{mm} .23	0 ^{mm} .34	14 ^{mm} .2	10.2	5.6	—
Botzen				4 ^{mm} .5	—	—	19 ^{mm} .3	16.7	6.3	—
Genf	726 ^{mm} .4	26.6	27.5	2 ^{mm} .3	0 ^{mm} .36	0 ^{mm} .47	18 ^{mm} .6	14 ^{mm} .9	4 ^{mm} .9	—

Ueber die Wetter-Verhältnisse zu Santa Maria auf dem Stilfser Joch, in 7600' Höhe, finden sich hier für die einzelnen Monate des Jahres 1856 folgende Angaben (von Corbetta). Die graphischen Darstellungen der beiden monatlichen Curven für Temperatur und Luftdruck lassen ersehen, dass beide im Allgemeinen parallel gehen mit denen im Tieflande (z. B. in Salzburg, Wien), und zwar, wie Regel ist, indem beide meistens sich kreuzen, auch dass die Amplitude dieser beiden monatlichen Undulationen für

*) Ueber diese tägliche Fluctuation sagt Plantamour in seiner angeführten Note etc., welche das Ergebniss der letzten 20 Jahre enthält (1841 bis 1860): in Genf ist die Amplitude der täglichen Fluctuation am grössten in den drei Sommer-Monaten, Juni bis August, auf dem St. Bernhard früher, April bis Juni, wie 7⁰.2 zu 4⁰.8; dagegen am schmalsten ist sie unten in den drei Winter-Monaten, oben auch früher, November bis Januar, wie 3⁰.1 zu 2⁰.0.

den Januar grösser ist, aber oben bedeutend schmaler als unten, dass sie im Juli weit schmaler sich hält als im Januar, oben wie unten, und dann unten nur wenig geringer ist als unten, was aber vielleicht mehr die Temperatur betrifft. — Im Januar sind viermal Stürme aus West verzeichnet, Thauwetter kam nicht vor, am 26. begann heiteres, calmes Wetter, strengere Kälte begann am 12., dauerte bis zum 23., und das absolute Minimum erreichte -13° R., als Maxim. kam vor -3° ; im Februar erreichte das Minimum $-14^{\circ}.4$, das Maxim. $+1^{\circ}.5$; im März, vor dem 17. war oben glänzender Sonnenschein während unten Wolken schichteten aus West ziehend, später vom 17. bis 24., wo im Tieflande Ostwinde herrschten, war hier oben starker West, das Minimum erreichte $-13^{\circ}.4$, das Maximum $-2^{\circ}.1$; auch im April erreichte das Maximum nur $-2^{\circ}.0$, das Minimum $-10^{\circ}.4$ *) — Im Juli erreichte das Maximum $11^{\circ}.2$, das Minimum $4^{\circ}.0$ — ?, es regnete oft, dabei schneite es sechsmal, Gewitter kam dreimal mit Hagel, der Schnee kam bei einer Temperatur von 1° bis 4° ; im Juli erreichte das absolute Maximum $12^{\circ}.8$, das absolute Minimum $-4^{\circ}.6$ (die mittlere Temperatur war $5^{\circ}.5$), es regnete oft, auch Schneefälle kamen fünfmal, Gewitter viermal; der August war der wärmste Monat, im Mittel $6^{\circ}.3$, das Maximum erreichte $13^{\circ}.2$, aber auch das Minimum schon oft Nachts unter 0° , bis -4° , und in der zweiten Hälfte des Monats häufige Reife; Regen fiel an 9 Tagen, auch Schnee an 1, starker Nebel in der Mitte des Monats; im September war die mittlere Temperatur $3^{\circ}.1$, das Maximum $6^{\circ}.8$, das Minimum $-3^{\circ}.2$, Regen kam an 9 Tagen, Schnee an 12 Tagen. — Man sieht, im Winter erhebt sich die Temperatur kaum jemals über 0° , im Sommer bleibt sie nicht immer über 0° , kann es schneien und auch Nachts einmal frieren.

*) Die absoluten Minima waren in Botzen für jene Monate bez. $-3^{\circ}.0$, $-1^{\circ}.5$, $-1^{\circ}.5$, $3^{\circ}.0$, in Wien bez. $-8^{\circ}.2$, $-10^{\circ}.4$, $-6^{\circ}.5$ und $-3^{\circ}.2$. Man erkennt daraus den Schutz, welchen die Alpen gegen den Polarstrom gewähren.

II.

Die Montblanc-Gruppe.

Inhalt. Gipfel und Col du Géant (Meteorologie). — Bis nahe dem Gipfel. — Grand Plateau (Meteorologie). — Col du Géant. — Mer de Glace. — Auf dem Buet. — Die Hochalpen Savoyens (Gletscher und Firnmeer).

Auf dem Montblanc, Gipfel und Col du Géant (Meteorologie) ($45^{\circ} 49' N.$) 14760' und 10570' hoch. Hor. Bened. de Saussure, Voyages dans les Alpes, 1796 [diese Untersuchungen sind bleibend classisch].

1. Auf dem Gipfel, 14760' hoch. Ein Jahr nachdem der Verfasser erfahren hatte, dass der Gipfel des Montblanc zum erstenmale erstiegen worden sei, von zwei Einwohnern Chamouni's (Dr. Paccard und einem Führer), unternahm er seine denkwürdige, Epoche machende Besteigung, vom 1. bis 4. August 1787, begleitet von 18 Führern, versehen mit physikalischen Instrumenten und ausgehend vom Glacier des Bossons. Am ersten Tage wurde übernachtet in 7780' Höhe, auf der montagne de la Côte. Das weitere Aufsteigen bis zum Gipfel ging über Schnee und Eis, mit vielen Spalten, eine gegen 100' breit; die zweite Uebernachtung geschah in 11970' Höhe, auf dem Grand Plateau [12100' hoch] auf Schnee, das Barometer zeigte hier 214'', die Temperatur des Morgens bei Sonnenaufgang $-3^{\circ} R.$ Die Führer hatten noch Vorurtheile gegen das Schlafen auf Schnee, was sie für tödtlich hielten. Es zeigten sich in der Gesellschaft Zeichen des Berg-Asthma, Mattigkeit, Uebelkeit, auch Durst. Man sah hier fast nichts als reinen weissesten Schnee, abstechend gegen den tiefblauen Himmel, kein lebendes Geschöpf, keine Spur von Vegetation, Alles ringsum Kälte und Schweigen. Bei Gelegenheit macht der Verfasser die wichtige Anmerkung, er habe früher sich geirrt als er die Meinung gehabt und geäußert habe, dass die Schneehaube, welche den Montblanc und benachbarte Gipfel bedeckt, ganz aus Schnee bestände und

nicht auch aus Eis. Am dritten Tage erstieg man die letzten 2400 Fuss mit grosser Mühe und erreichte den höchsten Gipfel um 11 Uhr, bei fast klarem Wetter; das Barometer zeigte 193^{'''}, die Temperatur war $-2^{\circ}.3$ (gleichzeitig in Chamouni 18° R.); um 9 Uhr hatte in etwas niedrigerer Höhe das Thermometer $0^{\circ}.5$ gezeigt, das Haar-Hygrometer 59. Das Beobachten der Instrumente war beschwerlich, weil jede Anstrengung den Athem benahm und bald Ausruhen erforderte, dabei war der Puls beschleunigt. Man verweilte oben, in 14700' Höhe, $4\frac{1}{2}$ Stunden. Das Hinuntersteigen geht weit leichter, man übernachtete diesmal in 11777' Höhe und langte am vierten Tage Mittags wieder an in Chamouni. — Auf dem Gipfel, in 14700' Fuss Höhe, fand man, wie gesagt, die Temperatur der Luft im Schatten (an der Nordseite eines Alpenstocks) zu $-2^{\circ}.3$, im Sonnenschein auch nur zu $-1^{\circ}.3$ R., aber ein geschwärztes Thermometer zeigte in der Besonnung $1^{\circ}.9$. Der Wind kam aus Nord, ziemlich scharf, aber im Windschutze war die Luft sogleich angenehmer, wie es nur in der verdünnten Luft vorkommt. — Das Hygrometer zeigte 44 und 46, in der Sonne 51 und 52 (gleichzeitig zu Chamouni im Schatten 73, zu Genf 76); dies lehrt, dass damals die Dampfmenge auf dem Gipfel nur 1.7 Gran in 1 Cubikfuss Luft betrug, d. ist $\frac{1}{6}$ von der in Genf, wenn man auch die Temperaturen berücksichtigt, bez. $-2^{\circ}.3$ und $22^{\circ}.6$.) Auch beim Hygrometer zeigte sich die Differenz im Schatten und in der Besonnung weit grösser oben als unten; dies ist aber Folge der stärkeren Evaporation in der hohen dünneren Luft, [eine intensivere Insolation hat also der Verfasser oben noch nicht gefunden, diese ist aber seitdem erwiesen; auch erhielt man Trinkwasser aus dem Schnee, den hier die Kraft der Sonne auf dem Felsen geschmolzen hatte]; vielleicht veranlasste diese stärkere Evaporation auch den brennenden Durst, den alle empfanden [ob dieser Durst auch bei längerem Aufenthalte in der carificirten Luft sich erhält, ist noch nicht zu sagen, auch nicht von den so zahlreichen hochgelegenen Wohnorten auf der heissen Zone]. — Die Electricität zeigte sich auf dem Gipfel, wider Erwarten, nicht bedeutend, das Electrometer divergirte nur um 3^{'''}; aber sie, wie zu erwarten, war bei dem heiteren Wetter positiv. — Der Schnee auf dem

*) Später ist häufig auf den hohen Regionen die Saturation hochstehend gefunden um Mittag, wenigstens höher als bei Nacht, in Folge der aufsteigenden Dampfmenge; aber es herrschte damals „nördlicher“ Wind, also der dampfarme Polarstrom.

Boden der hohen Region war des Morgens bedeckt mit einem dünnen Ueberzug von Eis, die Sonnenstrahlen thauten diesen auf, und später gefror die Oberfläche wieder, welches feine Schuppen bildete, diese nimmt der Wind auf und verstreuet sie mit anderem Schneestaube und dies bildet den Anschein einer Wolke, die vom Gipfel aufsteigt; die Leute des Landes sagen, der Montblanc rauche seine Pfeife; bei Sonnenuntergang wird dieser fliegende Schnee roth beschienen und ähnelt zuweilen einem Vulkan. Das Schneelager ist unter jenem Eisüberzug ziemlich fest, zwar lässt ein Stock sich einstossen, aber mit viel Widerstand. Auf den der Sonne ausgesetzten Gehängen schmilzt der Schnee tiefer und bildet sich des Nachts eine dickere Eisschicht, so dass diese an einigen Stellen einen Menschen tragen kann; unter dieser Eiskruste ist der Schnee wieder locker, zumal auf steilen Flächen, aber darunter liegt wieder eine Kruste, so dass man etwa nur bis halben Fuss einsinkt; jedoch im Winter kann man durchaus mehlartigen Schnee antreffen und dann bis zum Gürtel einsinken [wahrscheinlich fällt überhaupt im Winter in solcher Höhe wenig Schnee; übrigens fand Hugi einmal im Winter bis 11200' steigend bei strenger Kälte „im Allgemeinen die Schneedecke felsenhart“ (s. später IV., der Grindelwald-Gletscher)]. Man hat oft gewünscht, die ganze Mächtigkeit der Schneemasse auf dem Gipfel zu kennen; aber diese lässt sich nicht in Erfahrung bringen; man müsste sie senkrecht durchschnitten antreffen, was nicht vorkommt; auf dem dôme du Gouté ist die Schneehaube an der Ostseite nett abgeschnitten und dieser Abschnitt ist begrenzt durch jene rechtwinkeligen würfelförmigen Bruchstücke von Schnee und Eismassen, die wie weisser Käse aussehen und so genannt werden (séracs); man erkennt in ihnen parallele Schichtenfolge, anzeigend die Jahrgänge, die stufenweise aus dem Zustande von Schnee übergehen in den von Eis am Grunde, in Folge von Infiltration, von Bersten der Schneemasse und von Wiedergefrieren des hineingeregneten oder hineingeschmolzenen Wassers [weit mehr unstreitig vom Druck seiner eignen Schwere gestaltet sich das Schneelager nach unten hin zu kompaktem Eise und oben genannte séracs sind nur ein Beispiel davon; oft genug werden auch in grossen Höhen Höhlen, Schründe, erwähnt von blankem blauen Eise]. Die Schichten hatten 12' bis 18' Höhe, an einer günstigen Stelle schien das Schneelager 200' hoch als Maximum bis wohin es durch Abschmelzen theils an der Oberfläche theils an der Unterfläche, durch Abdunstung und durch Winde abgemindert wird.

Eine unbeschränkte Zunahme der Mächtigkeit kann man nicht annehmen, die Ursachen des Wachsens finden Grenzen da wo sie mit den Ursachen der Zerstörung zusammentreffen. [Seitdem ist die Mächtigkeit des Schnee- und Eislagers im Mittel viel höher angenommen, obgleich natürlich stellenweise sehr verschieden, 300' bis 700' und mehr]. Man bemerkt die Stratification deutlich, deren einzelne Schichten sind begrenzt durch braune Linien, Folge des Staubes und der Erde, welche die Winde herbeiführen, zumal im Sommer; nach unten hin werden die Schichten zunehmend schmaler, durch Druck und Schmelzen [?], jedoch in unregelmässiger Weise; sie waren zählbar bis zu 19, doch mit Unsicherheit. — Der Schall war in der dünnen Luft schwächer, erprobt durch Pistolenschüsse. — Von Organismen kam nichts vor als zwei überhinflatternde Schmetterlinge und Lichen am Felsen.

2. Auf dem Col du Géant, 10570' hoch. Im folgenden Jahre nahm der Verfasser auf diesem Passe einen Aufenthalt von 14 Tagen, vom 2. bis 16. Juli 1788, in einer Hütte von Steinen, zwischen Gletschern, Granit- und Gneis-Felsen. Die Felsen zeigten wie sie allmählig zerbröckeln, indem kaum eine Stunde verging ohne dass man irgendwo einen Stein hinunterpoltern hörte [auch das Eis auf manchen Stellen bröckelt vorrückend so ab]. Die meteorologischen Beobachtungen wurden zweistündlich aufgenommen, mit Ausnahme des Nachts, die des Barometers von 8 bis 8 Uhr Abends, die des Thermometers vom 4^h Morgens bis 12^h Abends. Der mittlere Barometerstand jener Zeit, Juli, aus 85 Beobachtungen, ergab sich zu 227^{'''}, gleichzeitig in Chamouni, 3240' hoch, zu 300^{'''}, in Genf, 1250' hoch, zu 323^{'''}. Die nicht periodischen Schwankungen des Barometers während dieser halbmonatlichen Zeit sind in Genf gering gewesen; darauf mag es wohl beruhen, dass sie in dieser Höhe nicht von geringerer Amplitude gefunden wurden als im Tieflande, gegen die Regel [wir wissen vom St. Bernhard, jene Regel gilt hier für die monatliche Amplitude, freilich im Juli kaum; jedoch ist noch zweifelhaft, ob jene Regel in der Höhe im Sommer auch für die tägliche gilt, ob nicht die Amplitude der täglichen Undulationen des Luftdrucks bis zu gewisser Höhe als Folge des aufsteigenden Luftstroms, wie die der jährlichen, zunimmt (und wie die der Temperatur), wenn auch die periodischen täglichen Schwankungen geringer werden, und gewiss in grösserer Höhe auch die gesamte Schwankung des Luftdrucks abnimmt, bis sie ganz authört]. Die Amplitude

der halbmonatlichen Undulationen im Juli war diese, an den drei Orten:

Col du Géant 10570' hoch, Chamouni 3240' hoch, Genf 1250' hoch
 2'''14 2'''09 2'''10

[die täglichen Undulationen sind nicht erwähnt].

Die tägliche Fluctuation des Barometers wurde besonders beachtet, sie ergab grosse Verschiedenheit in der Höhe in Bezug auf die Zeit der vier Wendestunden, ausserdem war oben die Amplitude geringer. In Genf ist das gewöhnliche Verhalten der täglichen Curve dieser Art: ein Maximum um 8 Uhr Morgens, dann Sinken bis 4 Uhr, wo ein Minimum eintritt, darauf wieder Steigen bis zum Abend; so auch in Chamouni; aber ziemlich umgekehrt verhielt es sich auf dem Col du Géant, hier erschien des Morgens 8 Uhr ein Minimum [man begann die Beobachtungen erst um diese Stunde], dann stieg das Barometer bis 2 Uhr Nachmittags, darauf sank es freilich etwas bis 4^h, dann stieg es wieder für den übrigen Theil des Abends [dies stimmt durchaus überein mit den St. Bernhard Befunden im Juli]. In folgendem vergleichenden Schema der täglichen Barometer-Curve stellt sich dies Verhalten dar, im Juli an den drei Orten:*)

	Vormittag.			Nachmittag.				Mittel.	Amplit.
	8 U.	10	12	2	4	6	8		
Col du Géant 10570' h.	0.00	1.60	2.55	3.47	2.49	2.77	4.08	2.42	4.0
	min.			max.	min.		max.		
Chamouni 3240' . .	6.97	5.60	3.00	1.21	0.00	2.49	6.58	3.69	6.9
	max.				min.				
Genf 1250'	5.43	4.69	3.22	1.30	0.00	1.05	3.73	2.76	5.3
	max.				min.				

Schon Deluc hatte auf dem Salève bei Genf 4250' hoch beobachtet, dass oft bei Culmination der Sonne das Barometer höher steht, während es im Thale dann bekanntlich gerade einen niedrigeren Stand erfährt, und der Verfasser stimmt dessen Erklärung davon bei, dass die Ursache sei das Aufsteigen der Luft durch die Erwärmung.*) — Die Temperatur war in dieser Höhe, 10570' hoch, während dieser ersten Hälfte des Juli im Mittel 2^o.0, in

*) Wohl zu bemerken, hier ist die Stunde des Minimum mit 0 bezeichnet und dann die Differenz der übrigen Stunden vom Minimum ausgedrückt in $\frac{1}{16}$ Linien (und deren Decimalen).

**) Wie auf dem St. Bernhard und anderen höheren Orten auch an anderen Meteorien genau beobachtet ist.

Chamouni $14^{\circ}.3$, in Genf $17^{\circ}.2$, das giebt eine Abnahme nach der Höhe hin in Stufen von $620'$ für 1° R. Die halbmonatlichen Undulationen ergaben als absolute Amplitude $10^{\circ}.2$, das absolute Minimum erreichte $-2^{\circ}.2$, das absolute Maximum 8° . Die tägliche Fluctuation zeigte, was die extremen Stunden betrifft, fast gleiche Curve wie in Genf, das Minimum trat ein um 4^h Morgens, das Maximum um 2^h Nachmittags; aber die Amplitude derselben war oben bedeutend schmäler, wie 4° zu 10° R., und es ist wahrscheinlich, dass auch die jährliche Fluctuation oben geringere Breite hat [dies ist seitdem erwiesen, namentlich auf dem St. Bernhard und dem Stilsfer Joch]; für diese tägliche Curve der Temperatur im Juli ergab sich im Mittel folgendes Schema, mit Vergleichung unterer Orte:

	V o r m i t t a g s.						N a c h m i t t a g s.						Mitt.	Ampl.
	2h	4	6	8	10	12	2	4	6	8	10	12		
Col du Géant 10570' hoch.	00.63	0 45 min.	1.93	2.88	3.74	4.50	2.71 max.	3.72	2 36	1.38	1.17	0.82	20.0	40.26 R.
Chamouni 3240'	100.30	9.44 min.	10.18	14.78	17.45	19.53 max.	19.06	17.92	15.97	14.47	12.08	11.18	14.36	100.08
Genf 1250'	130.37	11.92 min.	14.32	16.37	18.89	20.89 max.	21.96 max.	20.74	19.48	18.23	16.28	14.88	17.28	100.04

Demnach war oben die mittlere Temperatur des Monats Juli $2^{\circ}.0$, die Amplitude der täglichen Fluctuation $4^{\circ}.2$, der halbmonatlichen Undulationen $10^{\circ}.2$. Aber dies bezog sich nur auf den Sommer. Im Winter muss die verticale Abnahme der mittleren Temperatur in grösseren Stufen erfolgen; zu folgern ist dies auch daraus, sagt der Verfasser, dass in den mittäglichen Stunden weit geringere Stufen der Abnahme sich zeigten als des Morgens, z. B. die wärmste Stunde zu Genf übertraf die wärmste Stunde auf dem Col sogar um 17° , dagegen die kälteste Stunde nur um 11° (also etwa wie 3 zu 2). Der Verfasser nimmt an die Abnahme der mittleren Temperatur erfolge nach der Höhe hin für 1° R. ungefähr im Juli in Stufen von $600'$, im Januar oder besser December von $900'$ [dies Maass kann als annähernd immer noch gelten]. Darnach weiter gerechnet kann man auch die mittlere Temperatur des Januar für den Col du Géant bestimmen nach der zu Genf, wo sie $-0^{\circ}.5$ beträgt, sie ergäbe sich zu $-11^{\circ}.5$ [auf dem St. Bernhard ist sie $-8^{\circ}.2$, was sehr gut stimmt bei $2930'$ Unterschied der Höhe]; ferner für den Gipfel des Montblanc ergäbe sie sich für den Januar zu $-15^{\circ}.5$, für den Juli $-4^{\circ}.5$. [Demnach liesse sich die Klimatur bis zum Montblanc-

Gipfel für mehrre Höhenpunkte in folgendem Schema der extremen Monats-Mittel aufstellen:

			Januar.	Juli.	Jahr.
Montblanc .	14700'	hoch	(—15 ^{0.5})	(—4 ^{0.5})	(—10 ⁰ R.)
Gr. Plateau .	12100'	-	(—13 ^{0.3})	(—0.6)	(—7 ⁰)
Col du Géant	10570'	-	(—11 ^{0.5})	2 ^{0.0}	(—4 ^{0.5})
St. Bernhard	7500'	-	—8 ^{0.2}	4 ^{0.8}	—1 ^{0.5}
St. Gotthard	6650'	-	—6 ^{0.2}	6 ^{0.1}	—0 ^{0.8}
Chamouni .	3240'	-	(—2 ^{0.7})	(11 ^{0.8})	(4 ^{0.5})
Genf . . .	1250'	-	—0 ^{0.5}	14 ^{0.2}	7 ^{0.1} R.

Freilich kann man nicht mit Sicherheit behaupten, dass auch für die grösseren Höhen und auf dem Eislager die Abnahme in gleicher Progression sich fortsetze; indessen wenigstens eine sehr beachtenswerthe empirische Bestätigung liegt vor von der Kuppe des Monte Rosa in 13100' Höhe, wo an einer günstigen Stelle, d. i. in der Tiefe einer Eishöhle, im Juli, —10⁰ R. gefunden wurde (von Zumstein, s. später), welche Temperatur sehr wahrscheinlich die mittlere des Jahres ausspricht]. Der Unterschied des Thermometers in direkter Besonnung von dem beschatteten betrug nur 1^{0.7} (zwischen 0⁰ und 4⁰), d. i. weniger als in Chamouni, wo er betrug 2^{0.0} (zwischen 0^{0.1} und 6^{0.6}), und am geringsten war diese Differenz eben um Mittag; letzteres erklärt der Verfasser aus der grösseren Luftruhe am Morgen und Abend; dagegen der Unterschied eines geschwärzten Thermometers betrug in der Sonne als Maximum, um 3 Uhr, 4^{0.2} (wie auch auf dem Gipfel im vorigen Jahre im August sich ergeben hatte). [Diese Versuche über die direkte thermische Wirkung der Sonnenstrahlen sind noch sehr unvollkommen, das neuere Aktinometer oder Pyrheliometer hat wenigstens ergeben, dass die Intensität der Sonnenstrahlen weit grösser ist in der rarificirten Luft (s. J. Forbes, Travels in the Alps, 1853, S. 416). — Die Temperatur des Schneelagers. Die Oberfläche fror in klaren Nächten, selbst im Sommer, aber wenig tief eindringend; dies gilt für Höhen zwischen 5400' und 6000'; in weiterer Höhe erhärtet der Schnee des Nachts auch im Sommer mehrere Zoll tief und bildet so eine tragfähige Kruste. Unter dieser Kruste erhält sich die Temperatur auf 0⁰ [?]; der Verfasser hat sie verfolgt bis 12' Tiefe und so gefunden. Diese Frostkälte kommt nicht von der äusseren Luft allein, denn sie entsteht selbst wenn diese noch 2⁰ bis 3⁰ Wärme besitzt; sondern sie stellt sich ein schon bald nach Verschwinden der Sonne; daher erklärt sie der

Verfasser durch starke Abdunstung [dazu kommen noch die Ausstrahlung und die Thaubildung]. Im Winter ist diese Eiskruste wahrscheinlich dicker als im Sommer, jedoch wohl nicht über 10" dick, und darunter bleibt dann, davon ist der Verfasser überzeugt, die Temperatur beständig bei 0°. [Dies Gleichbleiben der Temperatur bei 0°, d. i. des Schmelzwassers, in der Tiefe kann man nur zugeben im eigentlichen Gletscher, d. i. unter der Schneelinie in 7600' Höhe, weil dieser mit Schneewasser infiltrirt wird; in grösseren Höhen muss die klimatische Hypsothermenfolge auch im Eislager selbst durchgehends enthalten sein, der Befund des Verfassers von 0° in 12' Tiefe muss für exceptionel gelten]. Vermuthlich werden die absoluten Minima, welche in Genf nie unter -15° fallen [sie sind tiefer, nach Plantamour, einmal bis 20° gefallen], hier auf dem Col du Géant, 10570' hoch, bis -25° sinken können, zufolge obiger Rechnung, und auf dem Gipfel, 14700' hoch, bis -30° R. [Diese Vermuthung ist nun als irrig erwiesen, die Progression der absoluten Minima besteht nicht in der angenommenen Weise, auf dem St. Bernhard ist das absolute Minimum nur zu -21° gefunden, binnen 20 Jahre, und auf dem Finsteraarhorn-Gipfel, 13290' hoch, hat ein Minimum-Thermometer einmal nur -24° gezeigt]. Da auf dem Col im Juli die mittlere Temperatur um 15° tiefer war als in Genf, so ist zu erwarten, dass sie im Winter dort oben nur etwa um 10° tiefer ist als in Genf (wie früher angenommen ist, zu $-11^{\circ}.5$). Geschmolzener Schnee giebt kein angenehmes Trinkwasser, aber wenn dies Wasser eine Strecke über den Felsboden in freier Luft geflossen war, wurde es schmackhaft, weil es dann Luft und Kohlensäure absorbirt hatte. — Die Electricität. Die Beobachtungen über die Electricität wurden erschwert dadurch, dass selten die Nebel und Wolken fehlten, zwischen den Gletschern; indessen zwei oder drei heitere Tage gestatteten zu erkennen, dass die Electricität der Luft bei heiterem Wetter in dieser Höhe denselben Gang befolgt wie im Tieflande, d. h. sie stieg allmählig von 4^h Morgens, wo sie fast null ist, bis 2^h Nachmittags, wo das Maximum eintrat; also bestand hier nicht etwa das winterliche Verhalten des Tieflandes (obgleich der Gang der Temperatur gleich war dem zu Genf) nämlich die tägliche doppelte Fluctuation, ein Maximum des Morgens und ein anderes des Abends, sondern es bestand hier oben das allgemeine sommerliche Verhalten des Tieflandes, d. i. nur ein Maximum und zwar des Mittags [in B. IV. S. 256 sind diese Angaben zu finden. Hier sind mehre Einwendungen zu machen.

Nach Schübler, Grundsätze der Meteorologie 1849, der hierin eine specielle Autorität ist, kann man annehmen, dass die Electricität in der Luft, Winter wie Sommer, eine doppelte Curve zeigt, ihr erstes Minimum erfolgt kurz vor Sonnenaufgang, das erste Maximum einige Stunden nach Sonnenaufgang, daher im Winter um 10 bis 11 Uhr, im Sommer schon um 6 bis 7 Uhr, dann aber pflegt sich die Elektricität (wie die höhere Saturation) bald wieder zu mindern, sie erreicht das zweite Minimum einige Stunden vor Sonnenuntergang, also im Winter schon gegen 3 Uhr, im Sommer erst um 4 bis 6 Uhr, und endlich das zweite Maximum tritt ein einige Stunden nach Sonnenuntergang; dies ist das regelmässige Verhalten an klaren Tagen, wenn die Dünste ruhig steigen und sinken; die mittlere Stärke ist aber bedeutend grösser im Winter, im Januar 24, im Juli 9 (obgleich sie doch sonst offenbar parallel mit der Temperatur geht; aber alle Erscheinungen sprechen dafür, dass die Elektricität auf der Oberfläche der Dampfatmosphäre sich hält und mit dieser steigt im Sommer und Mittags, sinkt im Winter und Nachts). Auch Quetelet hat gefunden (*Sur le climat de la Belgique*, 1845), die statische Electricität erfahre im Sommer ihr erstes Maximum um 9^h Abends, dagegen im Winter das erste Maximum erst um 8^h Morgens, das Minimum um 3^h Nachmittags, das zweite Maximum um 10^h Morgens, das erste Minimum schon um 1^h Nachmittags, das zweite Maximum schon um 6^h Abends, das zweite Minimum wahrscheinlich in der Nacht. Also im Sommer besteht im Tieflande um Mittag ein Minimum, darin stimmen zwei Autoritäten überein, und die Annahme Saussures von einem sommerlichen Maximum um Mittag im Tieflande ist entweder nur local, in Genf, am Ufer eines See's, oder ein Irrthum. Aber dass es in den hohen Orten um Mittag eintritt, ist annehmbar, auch erklärliche Folge des aufsteigenden Dampfes und der Wolkenschicht; daher ist dieser Befund sehr werthvoll und beachtenswerth für die ganze Theorie der Luft-Elektricität]. Die Intensität war an heiteren Tagen geringer (das Maximum erreichte dann nur 3^{'''}.8 Divergenz) als im Tieflande; aber die Gewitter-Elektricität (die dynamische, nach Ampère) zeigte sich häufiger als unten und von gleicher Intensität. Bei heiterem Wetter war sie auch oben, wie unten, beständig positiv, aber bei Gewitter wurde sie oft negativ. Gewitter sah der Verfasser allein dann entstehen, wenn zwei oder mehre Wolken sich nahe waren, niemals wenn nur eine Wolke zu bemerken war blitzte sie [dies ist eine wichtige Wahrnehmung, sie spricht

für die Vorstellung, dass bei Gewitter auf der Dampfatmosphäre getrennte Wolken-Kuppen aufgestiegen sind, auf welchen Elektricität differenzirt sich ansammelt und welche sich entladen; demnach schon würden nicht alle Wolken Elektricität besitzen. Vielleicht kann man ferner sich vorstellen, es werden in Folge des Blitzes die dadurch elektrificirten Dampfbläschen auseinanderfahrend, mit ihnen die Luft, dadurch entsteht rasch ein Raum verdünnter Luft, was zu Folge hat grosse Erkaltung und Niederschlag, dessen Tropfen sogar zu Hagel erstarren können*). — Die Hygrometrie lehrte, dass bei völlig klarem Wetter die grösste Trockenheit [d. i. wirklich der niedrigste Saturationsstand] um Mittag eintritt, wie im Tieflande, aber die grösste Feuchtigkeit [hoher Saturationsstand, das heitere Wetter ist noch zu unterscheiden als wirklich dampfarmes, mit dem Polarstrom], Morgens und Abends 4 und 6 Uhr. Jedoch eigenthümlich verhielten sich die Nächte in dieser Hinsicht; man bemerkte am Abend, dass die Nebel sich verdichteten und aus der Höhe sanken, sie erreichten den Standort (10570' hoch, im Juli), Thau bildete sich, sie sanken tiefer in das Thal, und später wurde die Luft oberhalb trockner [d. i. niedriger saturirt, obgleich auch kälter, also ist es die Dampfmenge, welche fortging], die Nächte herrschte die grösste Trockenheit. Z. B. am 7/8. Juli war das Haar-Hygrometer um Mitternacht 66.3, am Morgen 4 Uhr 52.5, und doch war die Temperatur gefallen von 0^o.1 auf — 0^o.4; dann aber nahm die Feuchtigkeit wieder zu bis 10^h Morgens, obgleich heiteres Wetter war; gleichzeitig mit jener trocknen Nacht war die Luft in Chamouni (3240' hoch) sehr feucht. Also die absolute Feuchtigkeit, sagt der Verfasser, war weit geringer auf dem Col du Géant als zu Chamouni und zu Genf, und obgleich die zu Zeiten eintretenden Nebel und Wolken immer das Hygrometer bis zu extremer Feuchtigkeit brachten, so enthielt doch die Luft des Tieflandes wirklich mehr Feuchtigkeit [dies schon damals richtig beobachtete Verhalten ist seitdem mehrfach bestätigt, im Gegentheil aber öfters bezeichnet als grössere Feuchtigkeit in der Höhe; es muss und darf daher wohl in präciserer Terminologie ausgesprochen werden. Die Dampfmenge ist im Ganzen grösser im Tieflande,

*) Hierbei ist noch ganz abgesehen von der neueren Theorie des Ozons und Anti-Ozons als different elektrificirtes Oxygen betrachtet. Die durch Versuche unter der Luftpumpe gefundene Thatsache, dass nur im Oxygen Nebelbläschen sich bilden, nicht aber in den anderen Gasen, Azot, Kohlensäure u. s. w. ist zu neu und wichtig, um sie nicht zu erwähnen.

abnehmend nach der Höhe, sie beginnt nach Sonnenaufgang ein Aufsteigen mit der allgemeinen Ascensions-Strömung, zumal im Sommer, und bewirkt in der Höhe im Sommer sehr oft einen höheren Saturationsstand um Mittag eintretend, also entgegengesetzt wie unten, aber gegen Abend sinkt sie, und so auch der Wolkenstand als ihr sichtbares Zeugniß bekanntlich sehr deutlich; dann entstand oben ein Zustand wirklicher Dampfarmuth und die Zeit der niedrigsten Saturation, so auch die Nacht hindurch, also gerade umgekehrt wie im Tieflande; jedoch ist noch zu beachten, daß ausserdem in der Höhe die dünnere Luft eine stärkere Evaporation unterhält, was wieder für sich veranlassen kann, hier eine grössere Trockenheit zu finden; ferner ist noch zu beachten, daß nahe über dem Eislager anhaltend eine schmale Dampfschicht sich erhält, wie über Wasser. Die ganze Erscheinung muss endlich verschieden sich verhalten je nach dem Vorherrschen des continentalen dampfarmen Polarstroms oder aber des oceanischen dampfreichen Anti-Polarstroms (auch Föhn manchmal genannt). Mit Vermeiden der unklaren Ausdrücke „Feuchtigkeit“ und „Trockenheit“ kann man also sagen, auf den Gebirgshöhen ist im Ganzen die Dampfmenge geringer, aber diese steigt um Mittag aufwärts und dann pflegt damit im Sommer, zumal über Eis, die Saturation höher zu steigen als in der Nacht, das Verdunsten aber erfolgt oben wegen wegen der verdünnten Luft stärker]. — Die Evaporation. Als Mittel zum Messen wurde angewendet ein gespanntes und genässtes Stück Leinwand, 150 Gran wiegend, und nach bestimmter Zeit (20 Minuten) wurde dessen Verlust durch neues Wiegen gefunden, auf sinnreiche Weise. Das Ergebniss war, daß die Menge des verdunsteten Wassers betrug in Genf 37 Gran, auf dem Col du Géant aber 84 Gran, d. i. eine Minderung des Luftdrucks um $\frac{1}{3}$ steigert, ceteris paribus, die Evaporationskraft um das Doppelte [s. B. IV., S. 266, dieser Befund kann als Grundlage dienen bei etwaigen fernerer Untersuchungen mittelst schärfer und auch rasch messenden Atmometers]. Auch hat der Verfasser schon damals das Thermometer mit feuchtem Schwamm umgeben, um aus der Abkältung die Evaporationskraft zu messen, hat also damit schon ein Psychrometer dargestellt und angewendet. Uebrigens äussert der Verfasser die seltsame, aber doch beachtenswerthe Meinung, daß in dichter Luft die Evaporationskraft des niedrigen Saturationsstandes stärker sei als in dünner Luft, zumal oder wenigstens bei windiger Luft [diese Behauptung ist nicht näher erwiesen, und kann

nur das Gegentheil für richtig gelten]. — Physiologische Beobachtungen. Auf der Spitze des Montblanc 14700' hoch fand man selbst nach 4 Stunden Ruhe den Puls bei drei Personen nicht wenig beschleunigt, bez. 98, 112 und 100 in der Minute [sehr wahrscheinlich war psychische Mitwirkung dabei]. Auf dem Col du Géant 10570' hoch fand der Verfasser, nach 14 Tagen Aufenthalt, die Wärme seines Körpers unter der Zunge zu 29° R., gerade wie in Genf; der Puls hatte 79; das Athmen blieb immer erschwert nach rascher Bewegung und in gebückter Stellung, die Haut des Gesichts wurde geschwollen und schmerzhaft, schilferte dann ab, zumal die Lippen, wenn nicht zum Schutz Flor angewendet war. [Von Affection der Augen wird nichts erwähnt.] Der Hunger war verschärft, die Digestion rascher [von stärkerem Durst ist nicht die Rede]. Das psychische Leben schien im Allgemeinen erregbarer geworden, zu Ungeduld und Zorn u. s. w., aber auch war der Geist freier, thätiger, ausdauernder, erfinderischer als im Tieflande.

Auf dem Montblanc (bis 13800') Jos. Hamel, Beschreibung zweier Reisen auf den Montblanc im August 1820. Wien 1821. Am 18. August um 5 Uhr Morgens verliess man mit 12 Führern Chamouni, bei schönstem Wetter, bei Temperatur 10° R., ging nach dem unteren Ende des Bossons-Gletschers zu, an dessen rechtem Ufer aufwärts, durch einen dichten Tannenwald, zur höchsten Sennhütte; dann ging es links den Kamm Aiguille du Midi und rechts den Gletscher weiter, man rastete bei einem der Moräne nahen grossen Felsblock, wo eine Leiter bereit liegt, Pierre de l'échelle; gegen 12 Uhr zeigte hier das Barometer 259''' [etws 7000' hoch], Thermometer 15° R.; dann betrat man den Gletscher, um schrägüber zu gehen. Das viel besuchte Mer de glace beim Montanvert ist weit weniger zerklüftet, hier sind fürchterliche Eisthürme und Schlünde, alle Augenblicke krachte es, höher oben donnerten auch Lavinen. Trotz allen Gefahren kam man glücklich hinüber; um 1¹/₄ Uhr befand man sich auf der Schneefläche oberhalb des Kamms La Côte, unterhalb der Felsen-Gruppe Grands Mulets; um dahin zu gelangen war ein beeister Schneeabhang zu ersteigen von 56° Neigung auf eingehauenen Stufen; erst um 3 Uhr erreichte man den Fuss und um 4¹/₂ Uhr die Spitze dieser Felseninsel; Barometer 19''.3 [etwa 9200' Höhe], Thermometer 10°. Es drohte Regen, man wählte den Ort zum Nachtlager, es kam ein Gewitter, der Donner rollte majestätisch, die Spitze des Elektrometers zur Hütte hinausgehalten zeigte die Kügelchen mit Heftigkeit tanzend, es folgten Blitz auf

Blitz, man befand sich in der elektrischen Wolke; die ganze Nacht hindurch wüthete eines der stärksten und ausgedehntesten Gewitter von heftigem Sturm und starkem Regen begleitet. Am Morgen, den 19. Aug., klärte sich das Wetter zwar auf, aber um Mittag kamen wieder Wolken, daher beschloss man noch einen Tag hier abzuwarten. Esslust zeigte sich wenig, aber lebhafter Durst, Citronen-Limonade war labend, die Pulsschläge waren etwas häufiger, 86, 90 und 98. Zu Zeiten ertönte das Krachen fallender Lavinen [nach dem frischgefallnen Schnee], von denen auch mehrere gesehen wurden. Gegen 5 Uhr Nachmittags kam Hagel, ein neues Gewitter brach aus und hielt an bis spät in die Nacht. Am Morgen des 20. Aug. war der Himmel rein, um 5 Uhr glänzte der Gipfel im Morgenstrahl, bei völliger Windstille; Temperatur 2° R. Der Weg ging über Schneefeld, westlich von der Aiguille du Gouté, aber im Zickzack, um die „Eisschlünde“ oder gar zu jähren Schneeabhänge zu vermeiden, das Wetter war das schönste, kein Wölkchen oben zu sehen, aber tief unten war ein weisses Wolkenmeer ausgebreitet und zwar eben und unbewegt, daraus ragten die Spitzen der höchsten Berge wie Inseln, z. B. der Buet (9360' hoch), die Dent du Midi u. a.; gegen 7 Uhr aber fing dieser Wolkenteppich an Löcher zu bekommen und hier und da blickte das Tiefland durch. Auf dem Dôme du Gouté (12700' hoch) zeigten sich die ungeheuren weissen Eisblöcke, Séracs genannt, die man von Chamouni aus sehr gut sehen kann. Der Himmel war tiefblau, fast schwarz. Um $8\frac{1}{2}$ Uhr kam man nach Ersteigen einer Neigung von 35° auf dem letzten Plateau an, begrenzt gegen Süden von einem jähren Abhang, auf welchen dann der eigentliche, noch etwa 900' höhere Gipfel folgt (also befand man sich nun etwa 13600' hoch). Man war über den glücklichen Ausfall des Unternehmens hoch erfreut, Eisspalten, meinte man, waren nun nicht mehr zu überwinden, auch der Schnee hatte gerade die gehörige Festigkeit, Keiner fühlte sich unpass, doch allgemein war grosser Durst bei ziemlicher Esslust, [dass in den Hochregionen die Esslust sich mindert, der Durst sehr intensiv ist, wird übereinstimmend wiederholt], der Verfasser zählte 130 Pulsschläge, die Temperatur der Luft war -2° R. (in etwa 13600' Höhe), doch entstand leicht Ermüdung. Um 9 Uhr stieg man weiter, erst südwestlich einen grossen Schnee-Abhang bis zur Hälfte hinauf, dann östlich; man kann nicht gerade aus zum Gipfel steigen, weil dazwischen noch furchtbare Eismassen (séracs) stehen, wovon oft grosse Stücke abbrechen und Eis-Lavinen bilden, und

weil man eine weite Eisspalte umgehen muss [also in solcher Höhe, so nahe beim Gipfel, freilich von Kuppenform, findet sich noch oder schon das Eislager]. Nun ereignete sich ein berühmt gewordenes Unglück (in der Höhe von 13600'). Träge schleppte man sich dahin, nach jedem zwölften Schritte stützte man sich, Luft schnappend, auf den Alpenstock, vermeidend links in den offenen Eisschlund zu schauen; plötzlich wich der Schnee unter den Füßen, er häufte sich, riss die Klimmenden nieder, und man fühlte sich mit unwiderstehlicher Gewalt fortgerissen, ein grosser Theil der Oberfläche des Abhangs zeigte sich in abgleitender Bewegung, bald darauf blieb die Schneemasse stehen, aber am Rande der bodenlosen Eisspalte, welche die Ebene von dem Abhang scheidet [also am Fuss des steileren Abhanges, demnach war die Spalte wahrscheinlich einer der divergirenden „Bergschründe“]; leider waren drei Führer unrettbar hinabgerissen; die übrige Gesellschaft arbeitete sich aus dem Schnee glücklich wieder empor. Ein Beispiel einer Schneerutsche, „Rutschlavine auf der glatt gefrorenen Schneekruste“, in Folge des beim Gewitter der Nacht frisch gefallenen Schnees, die Neigung war kurz vorher zu 30° gefunden. *) Erklärlicher Weise wurde nun der Rückweg angetreten, in einigermaßen betäubtem Sinneszustande, wieder neben den Grands Mulets vorbei über den Bosson-Gletscher; hier fand man einen über 200' hohen Eisthurm, in dessen Schatten man noch zwei Tage vorher gelagert hatte, mittlerweile herabgestürzt, und die Trümmer bedeckten den ganzen früheren Lagerplatz. Abends war man wieder in Chamouni. — Ueber die physiologischen Erscheinungen in den Hochregionen sagt der Verfasser, ein Arzt: Fast jedem Menschen bekommt der Aufenthalt in der Höhe von 3000' bis 4000' besonders wohl, das Blut circulirt freier, die Aussonderungen gehen leichter vor sich, der Appetit ist schärfer, die Verdauung schneller, die Hautausdünstung wohlthuend, ein behagliches Gefühl von Stärke des ganzen Körpers stellt sich ein. Freilich findet diese wohlthätige Wirkung gewisse Grenzen in

*) Die Führer schätzten die Grösse der abgerutschten Schneefläche ungefähr auf 600' Breite und 1500' Länge; der gerutschte Schnee war beträchtlich fest, also nicht nur frisch gefallener; auch die erfahrensten Führer hatten keine Ahnung der Gefahr. — Ganz vor Kurzem melden die Zeitungen (Juli 1863) aus Chamouni, dass im Glacier des Bossons der Fuss eines dieser im J. 1820 verunglückten Führer zu Tage gekommen sei, kenntlich an einem begleitenden Compass; also nach 43 Jahren von einer Höhe von 13800'; das ist sehr rasch, aber dieser Gletscher ist auch sehr steil, daher so lang, bis 3400' hinuntersteigend.

höheren Erhebung, aber selbst in 14000' Höhe fand der Verfasser sich nicht nur recht wohl, sondern auch die Geisteskräfte geschärft, so lange er sich ruhig verhielt, ohne Muskelanstrengung.

Auf dem Grand Plateau des Montblanc (Temperatur, Luftdruck, Dampfdruck), 12100' hoch, Bravais und Martins haben hier 5 Tage hindurch, vom 28. Aug. bis 1. Sept. 1844, beobachtet (Annuaire météorol. de la France, II.); nach Schlagintweit's Angaben werden hier von der gefundenen Temperatur und dem Luftdruck (mit Dampfdruck) die täglichen Curven mitgetheilt:

1. Temperatur (in Centigr.).*)

	V o r m i t t a g s.						N a c h m i t t a g s.						Mittel.	Amp.
	2h	4	6	8	10	12	2h	4	6	8	10	12		
28. Aug.						—100	—20.0	—5.8	—5.6	—6.4	—6.5	—5.5 C.		
29. -	—50.9	—5.3	—6.4	—3.3	—0.7							—7.1		
30. -	—70.8	—7.4	—7.5	—4.6	—2.8	—2.3	—2.1	—5.0	—5.0	—5.9	—8.8	—8.0	—50.3	50.7
31. -	—50.2	—6.0	—6.9	—4.1	—5.2	—1.5	—1.5	—3.2	—4.7	—5.5	—5.0	—5.2	—40.5	50.4
1. Sept.		—50.9	—3.9	—3.2	—2.0	—1.5								
Mittel				—30.8	—2.7	—3.8	—2.5	—4.7						

Demnach stieg hier im August die Temperatur zu keiner Zeit über 0°; das Grand Plateau ist eine Schneemulde am Fusse der höchsten Pyramide des Montblanc, wenig geneigt, etwa nur 8°, und etwa 1500' Fuss lang, sie liegt an der Nordseite; das Wetter war im Ganzen heiter, der Wind nördlich.

2. Luftdruck und Dampfdruck.

	V o r m i t t a g s.							N a c h m i t t a g s.					Mittel.	Ampl.
	12h	2	4	6	8	10	12	2	4	6	8	10		
28. Aug.							475mm.88	475.84	75.70	75.83	75.83	75.74		
29. -	474mm.57	75.18	75.12	74.84	74.84	74.83								
30. -	74.34	(73.99)	73.61	73.69	73.88	74.64	74.57	74.59	74.88	75.12	75.07	75.47		
31. -	75.25	75.40	75.50	75.84	76.50	76.95	77.72	78.01	78.26	78.54	79.04	79.20		
1. Sept.	79.22	(79.19)	79.14	78.88	79.00	79.03	78.63							
Mittel	476.09	75.94	75.84	75.81	76.06	76.36	76.70	76.14	76.25	76.25	76.64	67.21	476mm.29	0.89
Dampfdr.	1mm.0	1.1	1.3	1.5	1.8	2.3	2.8	2.6	1.5	0.5	0.7	1.7	1.5	2.0
Druck d. dampflos. Luft	475mm.09	74.84	74.53	74.31	74.21	74.06	73.90	73.90	74.75	75.90	75.94	75.44	471mm.71	2.45

*) Drei Wochen früher waren hier folgende Temperaturgrade um Mittag aufgenommen:

1. Aug.	12 h	—20.7	} Nebel
1. -	2 -	—4.0	
1. -	5 -	—5.8	Schnee
2. -	5 -	—11.1	Nebel
8. -	12 -	—5.5	Schnee
Mittel		—40.0 C.	

Freilich sind hier nur $4\frac{1}{2}$ Tage beobachtet; dennoch erkennt man, dass hier um Mittag die Barometer-Curve sich hebt, das erste Maximum verspätete sich um drei Stunden, erschien um 12^h (anstatt um 9^h), wie auf dem St. Bernhard im Sommer als Regel sich erwiesen hat. Da nun aber auch als sehr seltne Befunde die der Dampfmenge hier vorliegen, so fehlen wieder nicht die bestätigenden Thatsachen für die Meinung, die Ursache der mittäglichen Erhebung des Barometerstandes in der Hochregion liege zum Theil, aber auch nur zum Theil, in der mit dem Ascensions-Strome kommenden Zunahme der Dampfmenge, die bekanntlich im Tieflande der Continente um Mittag eben eine Abnahme erfährt, hier aber nun völlig erwiesener Maassen dann vermehrt wird, was sich wahrscheinlich auch sogar hier noch in der Saturation äussert, wie in 7500' und in 10000' Höhe; indessen ist immer zu bedenken, dass nur das Verhalten des Sommers hier vorliegt. — Uebrigens bleibt noch unerklärt, warum auf der heissen Zone, z. B. auf den Anden und dem Himalaya, in den Barometer-Bewegungen der hohen Orte Isochronie mit denen des Tieflandes sich bemerklich macht, welche doch auf der gemässigten Zone im Sommer fehlt].

Auf dem Col du Géant des Montblanc, 10570' hoch, James Forbes, Travels through the Alps of Savoy etc. 1843 [der Pass vom Géant, classisch geworden durch Saussure's zweiwöchentlichen Aufenthalt, liegt nahe der oberen Grenze des eigentlichen Firnschnee-Gürtels, der von 8000' bis 10500' sich erstreckt, und soll die Charaktere desselben besonders deutlich enthalten, wir werden wieder sehen, dass wirkliches Eis auch weit über der Firnlinie vorkommt]. Der Montblanc ist ein isolirter Berg von ovaler Ausdehnung, etwa 6 g. Meilen lang und 4 Meilen breit; um von der einen Seite zu der andern zu gelangen, dazu bietet der 10570' hohe Col du Géant den kürzesten aber an der nördlichen Seite sehr schwierigen Weg; denn er bildet den First des Kammes, wo das Mer de Glace seinen Ursprung nimmt, das hier sehr viele und grosse Spalten hat [unstreitig weil die Neigung sehr gross]; er liegt zwischen Chamouni und Courmayeur. Der Verfasser überschritt den Pass von der südlichen Seite, am 23. Juli 1842. Am Morgen um $1\frac{1}{2}$ Uhr verliess er mit zwei Führern Courmayeur, 4070' hoch, bei Mondschein und ruhige Luft, die nur leise in das Thal hinunter blies. In zwei Stunden trat man aus dem Lärchenwalde des Berges Frety; der Gipfel des Montblanc wurde von den Sonnenstrahlen erreicht um $4^h 20^m$; bei Aufgang der Sonne, um $4\frac{1}{2}$ Uhr, trat die kälteste Zeit ein; auf

der Höhe des Frety-Berges war Frost, durch Reif bemerklich, die Temperatur war $-0^{\circ}.8$ R. Nun begann das Aufsteigen ernstlich, und nur auf Felsen; in 9500' Höhe fühlte ein Führer etwas Athemnoth; der Verfasser erwähnt, dass er sie einmal empfunden habe in geringerer Höhe, auf dem Jungfrauhorn, er meint, es hange ab vom zeitigen Befinden; die Führer meinten, es hange ab von der Luft [Schneelage war hier nicht unmittelbar, aber es wurde sehr rasch steil aufgestiegen, und vielleicht kam der Luftzug entgegen, vielleicht kommt sie mehr des Morgens, weniger des Mittags bei aufsteigender Luftströmung]. Man erreichte den Col um $7\frac{1}{4}$ Uhr, in 5 Stunden 50 Minuten von Courmayeur hatte man 6560' hoch erstiegen. Die Sonnenstrahlen liessen nun die Kälte nicht fühlen, obgleich die Temperatur hier, in 10570' Höhe, nur $-1^{\circ}.3$ R. war. Das Wetter war das schönste, keine Wolke, kein Dunst, und völlige Luftstille; man erblickte das Gewimmel der Alpen, Spitzen bis in weiteste Ferne. Das Barometer zeigte $507^{\text{mm}}.9$. Man befand sich unter dem Felsen, wo die Hütte Saussure's gestanden hatte im Juli 1788. Das Hinuntersteigen nach dem Montanvert erforderte die Vorsicht, dass die drei Reisenden durch ein Seil sich verbanden, es begann um 8 Uhr. Der Schneefall war in den letzten Tagen beträchtlich gewesen, wenige Schritte führten auf den Gletscher, fast beim ersten Schritt brach der erste Führer ein bis zur Mitte des Körpers; da wo der Gletscher am engsten in den Felsen eingeklemmt war wurde er am schwierigsten, ein Chaos von Spalten und senkrechten Abstürzen, zumal zwischen der Aiguille Noire und dem Le petit Rognon, namentlich erstreckte sich eine ungeheure Spalte quer durch den ganzen Gletscher, 500' breit, sie endigte in eine weite Einsenkung von Eis, die durch Abstürze begrenzt war [man muss bemerken, wie über der Schneelinie auf dem Firnfeld schon reichlich das Eis selbst sich offenbart, d. h. zu Tage kommt, der Schneepanzer unter dem Schneemantel]. Man folgte der Spur einer Gemse, obgleich diese auch sehr ungerade verlief; im Schnee kann der Mensch manche Stellen überschreiten, welche die feinen Füße der Gemse meiden müssen, aber verschieden war es nun „auf hartem Eise“, wo das Thier unnachahmliche Sprünge gewagt hatte. Endlich gelang es doch mittelst Aushauen von Tritten, Herablassen mit Seilen u. s. w. vorzukommen, in die Nähe bekannter Spitzen, Tacul, Jardin, Moine. Beim Einmünden des Léchaud-Gletschers [etwa 7100' hoch] wurde der Weg ganz flach und eben, man erreichte Montanvert um $3\frac{3}{4}$ Uhr. Am folgenden Tage drohte eine leichte

Augenentzündung, die Führer erfuhren im Gesicht Abschilfern der Oberhaut.

Auf dem Mer de Glace (Montblanc) im Winter, 5910' hoch, J. Tyndall, The glaciers of the Alps 1860. Um auch in der Mitte des Winters das Gletschergebiet kennen zu lernen, verliess der Verfasser am 25. Dec. 1859 Genf, auf dem Wege nach Chamouni, in der Absicht, nach dem Montanvert zu gehen; hier hat er drei Tage in dem Hôtel-Häuschen verweilt, vom 27. bis 30. December. Am 23. December von London abgereist, fand er Schneelager durch den ganzen Weg, über Paris, Macon, Genf. Bei der Abfahrt von Genf um 8 Uhr Morgens war ein klarer Wintertag, die Berge standen grossartig in ganzer Schneehülle; Sallanches wurde um 4 Uhr erreicht, dort war kein Schlitten zu haben, man fuhr um 5 Uhr weiter, im Dunkeln und in tiefem Schnee, die Pferde gingen Schritt, der Reisende wanderte zu Fuss, Wolken bedeckten den Himmel, die Luft war nicht kalt und völlig still, die Arve rauschte vernehmlich; nicht weit von Chamouni, 3150' hoch, war Schnee durch Wind angehäuft, der Weg war kaum zu erkennen, der Schnee reichte bis an die Knie und höher. Endlich kam man nach Chamouni, das in tiefem Schläfe lag. Am 26. Morgens fiel starker Schnee fast den ganzen Tag über, dichte Wolken umzogen die Berge; es war nicht möglich nach dem Mer de Glace zu kommen; auch die Strassen der Stadt waren verlassen. Am 27. December trat der Verfasser mit 2 Führen und 4 Trägern um 8 Uhr Morgens den Weg an, die westliche Seite des Gletschers entlang, zum Montanvert [also waren noch etwa 2800' zu steigen]. Die Träger hatten Schneeschuhe, der Schnee lag etwa drei Fuss tief, und weil er bei ruhiger Luft gefallen, war die ganze Landschaft damit bedeckt. Einmal hörte man ein dumpfes Getöse und zugleich entstand in dem Schneelager ein Riss; dies kam auf dem Wege mehrmals vor, es war wie der Beginn einer Lavine, doch hielt sich der abgerissne Theil. Die auf halbem Wege befindliche Quelle hatte nur wenig Wasser. Nun wurde es heller, die Wolken verliessen die Aiguille und den Dôme du Gouté, oben wurde es windig; man überschritt den Schnee frisch gefallner Lavinen, er war fester. Endlich erreichte man nach 5½ Stunden Klimmen den Montanvert (5910' hoch); dies kleine Haus stand verlassen da; durch die Fugen war feiner Schnee eingedrungen, wie trockner Staub. Der Gletscher bot nun einen andern Anblick als im Sommer, reiner Schnee über den Eismassen, kein Wasser rauschte,

auch nicht der Nant Blanc, der perennirend sein soll; abwärts den corridor du Géant fielen die Sonnenstrahlen, die Grande Jorasse, die Aiguille du Géant u. s. w. waren alle sichtbar, aber nach Trelaporte hin war Alles in Schatten. Als der Abend einbrach gab es einen der feierlichsten Anblicke. Die Absicht war, quer über den Gletscher Pfähle in einer Linie abzustecken, um die Bewegung auch im Winter zu beobachten. Das Wetter blieb schön, Sterne schienen, die Nacht war wolzig und windig. Der Reisende schlief im Esssaale auf einer Matraze am Boden, bei einem Kaminfeuer. Am 28. December Morgens fand sich die Temperatur zu $-8^{\circ}.8$ R., also nicht gerade excessiv.*) Der Sonnenaufgang war grossartig. Das Betreten des Gletschers erforderte grosse Vorsicht, der Schnee deckte die Spalten zu, mitunter wehte ein Wind Schneewolken auf, manchmal gerieth man bis unter die Schultern in Schnee. Gegen Abend wurde der Wind stürmisch. Am 29. Dec. zeigte sich wieder Schneefall, und der Sturm begann wieder; ein Mann brach durch, wurde aber sogleich wieder aufgezozen, da alle an einem Seile sich angebunden hatten. Als es später ruhig wurde fiel der Schnee in feinen Sternchen. Am Nachmittag trat man den Rückweg an, nachdem man die Aufgabe der abzusteckenden Pfähle gelöst hatte; das Haus wurde wieder in Ordnung gestellt und verschlossen. Ein Besuch wurde noch dem Gletscher-Thor gemacht; das ausströmende Wasser war beträchtlich an Menge, und von Charakter gleich echtem Gletscher-Wasser, trübe, jedoch weniger als im Sommer; dieser Charakter kann nur der noch fortgesetzten vorrückenden Bewegung des Gletschers zugeschrieben werden, und demnach scheint diese auch inmitten des Winters nicht fehlend. [Die Temperatur des Innern der mehre hundert Fuss mächtigen Gletscher hält sich im Sommer nach Hugi's und Agassiz Messungen nahe bei 0° , und muss so auch im Winter bleiben, ausser in einer oberflächlichen schmalen Schicht]. Die Temperatur des Ausflusses war $0^{\circ}.1$ C., des Eises $-0^{\circ}.5$ C., der Luft $-0^{\circ}.5$, des Schnee's aussen $-1^{\circ}.2$ C. — Am 1. Januar 1860 war der Verfasser schon wieder in London.

Auf dem Buet (9650' hoch) J. A. De Luc, Recherches

*) Der Verfasser hatte am 8. September zwei Minimum-Thermometer ausgelegt auf der bekannten Oase in der Eiswüste, dem Jardin, 9720' hoch; im folgenden Jahre zeigte das eine, auf dem Felsen gelegene, als absolutes Minimum -17° R., das andere, drei Fuss tief in das Eis gelegte, war zerbrochen.

sur les modifications de l'atmosphère etc. Genève 1772. [Der Verf. reiste zunächst um seine meteorologischen Instrumente zu prüfen, Barometer und Thermometer, sonderlich um Erfahrungen über den Siedepunkt zu gewinnen, in Faucigny bei Genf, und bestieg den schon ewigen Schnee und Gletscher tragenden Buet von Sixt aus im Westen]. In les Fonds, 4200' hoch, übernachtete der Verfasser und stieg am 25. September 1765, 4 Uhr Morgens auf; um 7 Uhr war man über der Baumgrenze auf dem Plan Léchaud an der Südseite des Buet. Es war damals noch fraglich, ob der Gipfel zu ersteigen sei, ein Gensenjäger machte den Führer. Auf dieser Alpe fand man drei Genssen weidend, die Höhe war 6600', die Temperatur 5⁰.3 R., die Luft war ruhig und heiter. Nach drei Stunden ferneren Steigens erreichte man den Schnee und bald Eis, es war der Fuss des Buet-Gletschers, an der Westseite, der die ganze Kuppe dieses Berges überzieht und mit Schnee bedeckt war. Dieser hatte eine Eiskruste weil es die Nacht gefroren, daher man wollne Socken anlegte, die aber ungenügend sich erwiesen und das Ausgleiten nicht ganz hinderten; die Fusstapfen der breiten Nägel-Schuhe des Führers gewährten Hülfe. Auf dem weiten Schnee-Gebiete herrschte die grösste Stille, man sah nur Schnee und Himmel, und diesen von nie gekanntem Dunkelblau, man fühlte, der Ort sei nicht für lebende Wesen geschaffen; auch die Genssen gehen niemals hierhin und deshalb hatte ihn kein Gensjäger betreten. Man traf lebend gewesene Wesen, Mücken, einige Bienen und Schmetterlinge auf dem Schnee liegend. Die grosse Trockenheit der Luft zeigte sich durch Einschrumpfen des Holzes an den Instrumenten. Der Wind war nördlich am Morgen weiter unten, später wurde die Luft ruhig, oben nahe dem Gipfel stellte sich allmählig südlicher Wind ein, der auf dem Gipfel sehr stark und sehr kalt wurde. Um 12 Uhr erreichte man den Gipfel, 9650' hoch, und erblickte hier plötzlich die endlose Alpenkette, nach allen Seiten hin, und deren ungeheures Lager von Eis und Schnee, genügend auf viele Jahre zur Speisung der Flüsse. Der Berg, auf dem man stand, hat sehr steile Wände, man blickte in einen Abgrund und in ein Thal gegen 5000' tief; das Schnee- und Eislager zeigte etwa 200' Fuss Dicke, die Temperatur war 3⁰.6 R., der Barometerstand 235''' (danach bestimmte der Verfasser damals die Höhe zu 9355', jetzt wird sie um 200' höher angenommen), auch Versuche über den Siedepunkt wurden angestellt. [Von grossen Spalten ist hier nicht die Rede.] Der Montblanc-Gipfel ist etwa

eine g. Meile entfernt, und erschien in seiner ganzen Grösse. Auf dem Rückwege war die Schneedecke erweicht und leichter zu beschreiten. In der Gegend der Schneegrenze überraschten grelle Piffe, wie von Räufern, es waren Marmelthiere, die sich Gefahr anzeigten, und man sah sie auch hier und da eilig in ihre Löcher flüchten. Auf dem Plan de Léchaud langte man wieder an um 3 $\frac{1}{2}$ Uhr (6600', oder wahrscheinlich 6800' hoch), die Temperatur war hier 11 $^{\circ}$.0; um 6 Uhr war man wieder in les Fonds, ging aber noch weiter durch einen Tannenwald nach Sixt, wo man um 8 $\frac{1}{2}$ Uhr in der Abtei ankam.

Die Hochalpen Savoyen's (Gletscher und Schnee). Jam. Forbes, Travels through the Alps of Savoy 1843. Der obere Theil der Gletscher, welcher mit perennirendem Schnee bedeckt ist, wird unter dem Ausdruck „Firnschnee“ (névé) verstanden von den neueren Glacialisten, nach Verfassers Meinung, obgleich der Begriff ungenau ist. Indess scheint in dieser Hinsicht eine sehr bestimmte und richtige Grenzlinie sich darzubieten; dies ist dort wo die Oberfläche des Gletschers anfängt jährlich erneuert zu werden durch den in jedem Winter ungeschmolzen gebliebenen Zuwachs [hiernach könnte es scheinen, dass der Verfasser, den die Gletscherlehre als einen ihrer Begründer immer anzuerkennen hat, der aber die Schneeregion weniger in seine Untersuchungen gezogen hat, damals noch die Vorstellung gehabt habe, der Gletscher nehme seinen Ursprung an der Firnlinie, aber der Verfasser sagt nur, dessen Formation beginne hier, nach aufwärts gedacht; hier ist es aber, wo er nur unter dem Schneemantel zum Vorschein kommt]. Dieser jährliche Zuwachs bewirkt eine wahre Stratification, wie auch erkannt ist von Saussure, Zumstein, Hugi und allen späteren Schriftstellern. Mit Charpentier stimmt der Verfasser überein in der Meinung, dass die Schichtenfolge gänzlich verschwindet in dem Maasse wie der körnige Firnschnee in den Zustand von vollkommenem Eis übergeht, obgleich andere Schriftsteller versucht haben, diese Schichten den ganzen Gletscher hindurch zu verfolgen. Die körnige Structur und eine trübe Weisse, die in das Grünliche zieht, kennzeichnen den Firnschnee, der selten oder nie die Durchsichtigkeit des eigentlichen Gletschers zeigt. Die tieferen Theile sind vollständiger vereist, und die Eisbänder,*) welche oft mit dem erhärteten

*) Die Wahrnehmung des Verfassers von den s. g. „bänderartigen“ concentrischen Bogen der Oberfläche der Gletscher ist doch am wahrscheinlichsten zu erklären durch diese Stratification, welche wegen des zunehmend stärkeren Abschmelzens der Oberfläche

Schnee abwechseln, sind wahrscheinlich Folge des Aufthauens, welches die Winterdecke geschmolzen hatte. Auf den höchsten Gipfeln, die der Sonnenstrahlung ausgesetzt sind, liegt der Schnee nicht so lange im pulverigen Zustande, sondern wird die Oberfläche völlig gefroren; deshalb ist der höchste Theil des Montblanc, der Jungfrau u. a. mit (dünnem) hartem Eis von weisslicher Farbe bedeckt [d. h. im Sommer so gefunden und auf Fels]. Auch die schwimmenden Eisberge im Polarmeere haben zumeist die Natur des Firneises, sind nur consolidirter Schnee [ihre Entstehung aus den Gletschern Grönlands ist auch anerkannt]. Die Spalten im Firne unterscheiden sich von denen im Gletscher durch grössere Breite und Unregelmässigkeit, durch grünliche Farbe, durch die Erscheinung horizontaler Schichtung, durch leichtere Brüchigkeit und leichteres Abthauen. Manche grosse Höhlen bestehen unter der Schneedecke, diese sind angefüllt mit Säulen von Eisblöcken, in chaotischen Haufen, und mit Eiszapfen, die von der Decke hängen, bis zehn und zwanzig Fuss Länge*) [hier ist die Eisbildung in weiterer Tiefe des allgemeinen Schneelagers hinreichend anerkannt, auch die zunehmende Umwandlung des Schnees nach der Tiefe hin, auch die Anwesenheit von Eis bis zu den höchsten Gipfeln; wenn man ferner noch bedenkt, dass die ganze Mächtigkeit des Schneelagers, zumal stellenweise in Mulden, bis zu 500' bis 700' und mehr angenommen werden kann, dass durch Druck allein schon Schnee in Eis verwandelt wird, dass der Gletscher aber in der Nähe der Firnlinie eben am mächtigsten ist, so findet man in den angegebenen Thatsachen Zeugnisse für, nicht gegen, die Vorstellung, dass die Gletscher nicht erst an der Firnlinie entstehen]. Von der Temperatur der Gletscher ist die Rede mit Bestätigung des inneren permanenten, nur eben den Eiszustand conservirenden, Temperatur-Grades von 0° R., indem auch der Gletscher genannt wird: mit Wasser durchtränktes Eis. Die Schneelinie, in den Schweizer Alpen etwa 8200' hoch, begrenzt nicht etwa ein Gebiet, wo der Schnee gar nicht schmilzt, sondern nur wo er nicht

nach dem unteren Ende des Gletschers hin eine solche terrassenartige concentrische Liniirung bilden muss.

*) Dies erinnert an die Annahme Hugi's von den Schründen des Hochfirsns, welche nach unten hin breiter werden, an die „Bergschründe“ Agassiz's, Schlagintweit's u. A., an die so zu nennenden „divergirenden Spalten“, entstehend über hohlen, einspringenden Biegungen des Bodens; auch auf die Beobachtung Spitaler's von Eis-Stalaktiten in einer Firnhöhle auf dem Gr. Venediger von schräger Richtung ist zu verweisen.

völlig wegschmilzt, der Ausdruck aber wäre unrichtig und führt irre, sie zu nennen die Grenze des ewigen Frostes [also reicht ein Gürtel, auf welchem der Schnee noch Schmelzung, aber zunehmend weniger, erfährt, noch weit aufwärts nach der Kuppe hin; das dadurch entstehende Wasser muss den tieferen Schneelagen theils die Temperatur von 0^0 bringen, theils aber vorhandene tiefere Temperatur annehmen und erstarren zu Eis in einer gewissen Tiefenschicht, dies ist durch die Stalaktiten-Bildung in Eishöhlen hinreichend erwiesen; ausserdem aber bedarf es, wie gesagt, der Schmelzung durchaus nicht, um Eis hervorzubringen, der grosse Druck in der Tiefe des mächtigen Schneelagers muss diese Umwandlung des Schnees vorzugsweise und fast allein bewirken. Daher wird die Vorstellung gerechtfertigt, dass die Schneeregion der Hochalpen besteht aus einem Eispanser, zumal in den Mulden, über welchem liegt ein Schneemantel, und dieser ist zu unterscheiden in den Gürtel mit dem körnigen Firnschnee, etwa bis 10000' Höhe, und in die Kuppen-Region, mit dem feineren und trockneren Kuppen- oder Gipfel-Schnee]. Auf den Gletschern verschwindet der Schnee im Sommer eben so regelmässig wie von der übrigen Oberfläche der Gebirge, auf dessen Oberfläche fliessen dann Ströme von Wasser hinunter, von frischem Geschmack [weil sie an der Luft Kohlensäure absorbirt haben] und völlig klar; aber selten können sie ihren Lauf ohne Unterbrechung fortsetzen, sondern sie ergiessen sich in die Spalten und Höhlen und gelangen nach aller Wahrscheinlichkeit zu dem unteren Gletscherfluss, der endlich am Thor herauskommt; des Nachts aber wird die Oberfläche des Gletschers trocken und still. Natürlicher Weise ist das Maximum der Temperatur, die ein Gletscher annehmen kann, nur 0^0 , das einströmende, eben entstandene durchdringende Wasser muss diesen Temperaturgrad bringen und im Innern verbreiten; aber auch die Verbreitung von Kälte, die von der Oberfläche her, bei Nacht und im Winter erfolgt, wird im Allgemeinen sich verhalten wie im Erdboden, welcher, wie wohl bekannt ist, selbst in einer sehr kalten Nacht nur bis wenige Zoll tief frieren kann [und auch in einem sehr kalten Winter des mittleren Europa, kann man hinzusetzen, kaum jemals bis zwei Fuss tief; beweisende Versuche für die sehr geringe Wärmeleitung des Schnees und der noch geringeren des Eises sind auf den Polarfahrten angestellt. Wenn man dann noch in Bedacht zieht, dass der schützende Schnee bald eine Decke bildet, ehe die Winterkälte einwirken konnte, so muss ein Gletscher seine Sommer-Temperatur

von 0°, die Hugi und Agassiz im Innern mittelst des Thermometers wirklich angetroffen haben, fast völlig bewahren. Uebrigens ist der Betrag des jährlichen Vorrückens des Mer de Glace-Gletschers etwa zu 380' anzunehmen, bei einem Gefäll von 14° 55' in der Höhe zwischen 8650' und 7510' (engl.), berechnet aus dem Vorrücken von Felsblöcken, von eingesteckten Stangen, und aus dem Fundorte einer vor 10 Jahren verlorenen Tasche; ähnlich war das Ergebniss auf dem Géant-Gletscher aus dem Vorrücken von Sausure's Leiter, und auf dem Unteraar-Gletscher aus dem Ortswechsel einer auf dem Eise errichteten Hütte].

Das Vorrücken des Gletschers, zunehmend mit der Neigung des Bettes, scheint zwar nie ganz aufzuhören, aber entschieden wird es gefördert bei höherer Temperatur, im Sommer und obgleich sehr wenig, auch bei Tage, also dann wann das Thauwasser der Oberfläche nicht fehlt; dessen Imbibition ist nach Verfassers Ansicht eine vorzügliche Ursache des Vorrückens der von einer gewissen viscosen oder plastischen Beschaffenheit zu denkenden Gletschermasse [wenn man die Gletscher nicht für sich, sondern nur in Verbindung mit dem ganzen Eislager sich denkt, so erkennt man, dass das Vorrücken im ganzen Eislager Statt findet, auch in den höchsten Regionen, wo doch kein Schmelzwasser eindringt, und dass die gesammte Ursache des Vorrückens die Gravitation ist, weshalb sie auch im Winter fortdauert; woraus auch in Bezug auf die Temperatur wieder folgt, dass das Innere, so weit es von Wasser durchdrungen ist, durch und durch nicht kälter als 0° sein kann]. — Sechzehn Jahre später hat der Verfasser mehre Zusätze seiner gewonnenen Vorstellung hinzugefügt (s. Occas. papers on the theory of glaciers 1859), zumal was die Entstehung von oder die Umwandlung des Firnes in Eis betrifft. *) Er machte darüber werthvolle Beobachtungen im höheren Theile des Géant-Gletschers, wo das noch schneeige Eis heftig das steile Gehäng hinuntergeschoben wird, zwischen der Aiguille Noire und dem Felsen Le petit Rognon. Hier ist die Structur der Embryo [?] -Gletschers völlig aufgeschlossen durch ungeheuerliche senkrechte Abstürze, welche die Scene zu einer Terrasse oder Riesen-Treppe machen. Aber zufolge der besten

*) Ueber den Abgang heisst es: angenommen ein Gletscher bewegt sich in seinem Bette jährlich 300' vor, und verliert von der Oberfläche dabei 20' im Sommer, ausserdem noch an der Unterfläche, so muss er die Form eines Keils bekommen“, d. h. niedriger am vorderen Ende.

Beobachtungen hörte die Schichtenfolge des Firnes auf in nicht beträchtlicher Tiefe, freilich nicht beträchtlich im Verhältniss zur Ausdehnung der freigelegten verticalen Abschnitte, und das Innere der Masse war granulos, ohne alle Bänder-Structur [dies gilt etwa für die Höhe von 9000', etwa in der Mitte des Firngürtels; dass hier schon Eis ist, erhellt deutlich, und zwar ist es der in Folge des steilen Gefälls in Terrassenform zerbrochne allgemeine Eispanzer der gaazen Schneeregion, welcher zu Tage tritt]. Der Verfasser ist überzeugt, nach langer Ueberlegung, dass die Umwandlung des Schnees in Eis Wirkung ist von Druck auf die lose und porose Structur des ersteren, wodurch die jährlichen Schichten [sie brauchen nicht gerade jährlich zu sein, auch wöchentlich, monatlich können sie sein, aber jährliche sind anzunehmen wenn etwa der Winter in der Höhe ohne Schneefall ist, was noch nicht auf dem St. Bernhard, 7500' hoch, deutlich ist] unten eine Glacification erfahren. Die frühere allgemeine Meinung, Schnee könne in den Zustand des Eises nicht anders übergehen als aus dem geschmolzenen flüssigen Zustande, war ein irriges Vorurtheil. Rendu erinnert mit Recht an die Bildung von Glitschbahnen durch Knaben auf Schnee; deshalb bildet sich auch wohl Eis zunächst den Felswänden; auf diese Weise wird man auch befreit von der Nothwendigkeit der Annahme grosser Kälte in der Tiefe der Gletscher. — Den täglichen Verlust des Gletschers auf der Oberfläche durch Abschmelzen (Ablation), schätzt der Verfasser, im Sommer beim Montanvert, 5900' hoch, im Mittel zu 40 Linien, und an der Unterfläche durch Abschleifen (Subsidence) zu 17'''.

III.

Die Monte Rosa-Gruppe.

Inhalt. Auf dem Monte-Rosa (oder Gornerhorn), Gipfel. — Auf dem Monte Rosa-Gipfel. — Vincent-Hütte, Meteorologie. — Auf dem Breithorn. — Auf dem Theodul-Pass. — Auf dem Matterhorn. — Die See-Alpen, auf dem Monte Viso.

Auf dem Monte Rosa ($45^{\circ} 55' N.$), 14020' hoch. Jos. Zumstein, Beschreibung von fünf Reisen auf die Spitzen des Monte Rosa (in L. von Welden, Der Monte Rosa, eine topographische und naturhistorische Skizze, Wien 1824). [Der Verfasser der Beschreibung war ansässig in der Nähe in einem Orte der den Gebirgsknoten umwohnenden Deutschen, in Gressenay, im Dorfe Noversch; er war der Erste, welcher, mit einem Landsmann, Vincent, die Besteigung ausgeführt hat, am 12. August 1819; dies geschah von der schwierigeren Südseite her, über Ursieu, Bodemie, den Rigga; und dies hat er im Ganzen fünfmal binnen 4 Jahren ausgeführt; es stehen im Ganzen neun Spitzen im Kreise, in der Mitte ein grosses Eisfeld einschliessend, den Indres-Gletscher, eigentlich „Innere Gletscher“; davon bestieg er zuerst die südlichste, dann in der Mitte die ihm am höchsten scheinende dreimal; aber er fand, dass eine nördliche noch etwas höher ist. Uns sind seine Beobachtungen und Erfahrungen, besonders für die Temperatur-Verhältnisse aus der höchsten Schnee-Region oder dem mehrer hundert Fuss mächtigen Eispanzer der Hochalpen von sehr grossem Werthe. Obgleich kein Naturforscher von Fach, wird der Verfasser doch als ein sehr getreuer Beobachter bezeichnet und bewährte er sich auch so; er wurde correspondirendes Mitglied der Akademie der Wissenschaften zu Turin. Der Verfasser der naturhistorischen Skizze, L. von Welden, später österr. Feldmarschall, nahm diese Berichte auf, ohne dabei seine eigene Besteigung mitzutheilen]. —

Erste Besteigung. Die Nacht des 11. August 1819 wurde zugebracht in der letzten Erzhütte, an dem höchsten und auch nur für zwei Monate im Sommer bewohnten Orte in Europa, 10086' [wo später Schlagintweit's 14 Tage beobachtet haben, d. i. die s. g. Vincent-Hütte, 9730' hoch]. Der Verfasser empfand hier eine Beklemmung und Bangigkeit, dass er nicht schlafen konnte, wie er vermuthet, nur wegen zu grosser Erwartung. Am Morgen früh des 12. August begannen Zumstein und Vincent mit zwei Führern die Reise, über den Indres-Gletscher (wohlversehen mit stählernen Fuss-eisen, Leitern, Eisbohrern, Aexten, Stricken, Florschleiern, Alpstöcken u. s. w.); langsam aufsteigend erblickte man im Nordwest die Gipfel des Monte Rosa im Morgenroth und in weiter Ferne (10 g. Meilen) den Montblanc; es ging über wellenförmige Eisfelder ohne Spalten, einige Stunden weit; der Schnee war auf der Oberfläche gefroren und bildete eine feste Unterlage; das Barometer zeigte die Höhe zu 11250'; bei dem mühsamen Steigen gerieth man in Schweiss; der Horizont fing an sich zu trüben, indem aus den Thälern ringsum Wolken und Nebel aufstiegen. An einem drohend überhangenden Gletscherwürfel ging man schnell vorüber, am nächsten Morgen stürzte er mit Donnergetöse zusammen [ein erstes Beispiel, dass auch auf diesem höchsten „athermischen“ (ein Namen für das Fehlen der Temperatur über 0°, welche hier nur momentan um Mittag eintritt) Firn-Gürtel, über 12000' hoch, die säculare Anhäufung von zu Eis gedrücktem Schnee, dieser vielleicht über hundert Jahre alte und mehre hundert Fuss mächtige Eispanzer der Hoch-Alpen, auch stellenweise zerbröckelt und die Bruchstücke in die tieferen wärmeren Regionen hinabstürzen, während in den Gletschern ein anderer Theil der ganzen Masse langsamer hinuntersteigt, und an der Firnlinie der Schneedecke zum Vorschein kommt, wo aber nicht etwa die Gletscher erst ihren Anfang nehmen. Für diese Vorstellung werden hier wiederholt Belege gegeben werden. Das langsame Abwärtsrücken erfolgt allgemein, vom Gipfel bis zum Ende des Gletschers]. Nun führte nur ein scharfer Schnee-Sattel steil bis zum Gipfel, als einziger Weg; rechts sah man in einen 6000' tiefen Abgrund; Tritte wurden in das Eis mit der Axt eingehauen; ein Träger wurde auf kurze Zeit ohnmächtig, schon vorher hatte einer der Reisenden eine Anwandlung von Uebelsein erfahren. Bald nach 1 Uhr gelangte man auf die Spitze, in 13970' Höhe, sie hatte etwa 18' im Durchmesser. Oben war die Luft wolkenfrei, der Himmel tiefblau, aber weiter unten am Horizonte war die Aus-

sicht gehemmt durch Nebel. Der Puls zeigte sich bei den vier Bergsteigern bez. zu: 80, 101, 77 und 104 in der Minute, er war weniger frequent bei den zwei, welche Ohnmacht erfahren hatten, einmal bekam der Verfasser nach Bücken Schwindel; Hunger fehlte, aber desto mehr war Durst vorhanden. Der Barometerstand war 202''; die Temperatur von 2 bis 3 $\frac{1}{2}$ Uhr 8 $^{\circ}$.5 R. (gleichzeitig in Turin 24 $^{\circ}$ R.). Ein gelinder Südwest-Wind wehte. Der Schall verschwand hier sehr geschwind; ringsum herrschte eine ausserordentliche Stille. Auf dem Schnee zerstreut lag eine grosse Menge halbtodter Schmetterlinge. Die psychische Stimmung wurde nun eine äusserst gehobene und heitere, es war ihnen „leicht und fröhlich zu Muthe“. Um 4 Uhr wurde der Rückweg angetreten; die Schneekruste war leider unterdessen erweicht. Nicht selten hörten sie ein dumpfes Getöse, welches die herabfallenden Eismassen und die Lavinen verursachten. Man übernachtete wieder in der Erzhütte, 10800' hoch. Am folgenden Morgen, 13. Aug., empfanden sie Brennen der Augen und der Haut, auch schilferte das Gesicht nach einigen Tagen.

Zweite Besteigung. Im folgenden Jahre, am 1. August 1820, wurde eine höhere und mehr in der Mitte gelegene Spitze zu erreichen versucht, und dabei eine Uebernachtung im Freien auf dem Eise ausgeführt. Um 4 $\frac{1}{2}$ Uhr Morgens verliess man die Hütte in 8845' Höhe; der Weg ging über Gletscher mit tiefen Spalten; auf einem runden Plateau, in 13230' Höhe, fand sich Mittags das Barometer 209'', die Temperatur zu 9 $^{\circ}$.5 (gleichzeitig war sie in Turin 23 $^{\circ}$.9). Nun begann der Himmel sich zu überziehen, Wolken zogen aufwärts. In dieser hohen Einöde war kein nackter Fels zu finden, um das Zelt aufzuschlagen; man fand endlich eine Eisspalte, die in 60' Tiefe festen Grund hatte und zum Nachtquartier gewählt wurde. Das grosse Schneefeld in der Nähe der zu ersteigenden Spitze zeigte hier überall die blendendste Weisse, auch keine verwelkten Blätter, die man gewöhnlich auf tieferen Gletschern antrifft, durch den Sturmwind dahin getrieben. Lange musste man auf die schwer beladenen Träger warten, mit den Geräthen, Zelt, Holz, Decken, Nahrung u. s. w., es war schon 6 Uhr Abends, die Temperatur fiel, schon bis —7 $^{\circ}$ (also um 15 $^{\circ}$ R. binnen sechs Stunden); dazu war der Verfasser zu leicht gekleidet, weil er auf der vorjährigen Reise an Hitze gelitten hatte. Die Kälte durchdrang ihn schon bis zum Erblassen, er fühlte sich kraftlos und muthlos werden, Schlafsucht stellte unwiderstehlich sich ein, da rüttelte ihn ein erfahrner Gemsjäger, um das stockende Blut zu

erwärmen, und dies brachte ihn wieder zurecht; die Kälte nahm zu, bis -10° , in 13200' Höhe; da erschienen die Träger mit ihren Lasten, damit stieg man in die ausgewählte grosse Eisspalte hinunter, auf 40 auszuhauenden Stufen; mit Mühe wurde das Zelt errichtet, Feuer angemacht, Suppe bereitet, und mit kümmerlichem Hunger genossen. Im Zelte befanden sich 11 Personen, die sich alle unter Wollen- und Pelzdecken fest aneinander niederlegten und ruhig einschliefen. In der Nacht überfiel den Verfasser ein banges Herzklopfen, beinahe zum Ersticken, aber nur für einige Minuten, er schlief dann bis zum Morgen. Um 3 Uhr weckte ein brausender Wind, um 6 Uhr legte sich dieser wieder und Sonnenschein erfreute. Alle standen auf, Keiner klagte über Uebelkeit, nur die zwei, welche an den Enden der Reihe gelegen hatten, klagten über Frost. Am 1. August, Morgens 6 Uhr, war das Barometer 204^{mm}, die Temperatur $7^{\circ}0$,*) das Thermometer auf das Eis gelegt zeigte $-4^{\circ}5$, aber ein Thermometer in das Eis gesteckt -10° R. [Zwar ist nicht genauer angegeben, wie tief das Thermometer eingebracht war, aber es ist sehr wahrscheinlich, wenn man die ganze Localität in Bedacht zieht, dass damit die mittlere Temperatur des Inneren der Eismasse, also die Boden-Temperatur des ganzen Eis-Lagers, oder die mittlere klimatische Temperatur der Schnee-Region in solcher Höhe (13120') angegeben ist, denn die mittlere Temperatur des Boden-Substrats ist ja parallel der mittleren Temperatur der Luft, als primäre Wirkung der reflektirten Insolation. Diese sehr denkwürdige, lehrreiche Localität verdient mit den eigenen Worten näher beschrieben zu werden]. „Die Höhe, 13120', war ungefähr die der Jungfrau, um 1150' höher als das Grand Plateau auf dem Mont-blanc, wo Saussure übernachtete; in gleicher Höhe hatte, so viel Verfasser bekannt ist, noch kein Sterblicher in Europa eine Nacht zugebracht [und bis jetzt auch wohl kein Anderer wiederholt]. Die Eisspalte selbst war 60' tief, eben so breit oben, auf ihrem Grunde nur 30' breit, ihre Richtung von Süd nach Nord. Schauerlich war der Blick in eine weithin sich erstreckende blaue Eisgrotte, die sich südöstlich am Ende der Spalte befand; man trat in diese Grotte hinein, um das bizarre, mannigfach ausgestattete Schauspiel bewundern zu können, verfolgte den Weg so weit man nur immer ohne Gefahr, die hier nicht klein war, fortkommen

*) Die Vermuthung ist sicherlich gerechtfertigt, dass vor dieser Zahl ein Minus-Zeichen stehen sollte, also $-7^{\circ}0$ R.

konnte. Die östliche Seitenwand dieser Grotte ging in unergründliche Tiefe senkrecht hinab, und war mit 3 bis 4 Zoll breiten Bändern von mannichfachen Farben-Schattirungen, von Süd nach Nord gerichtet [also horizontal], durchstrichen. Die jährlichen Schichtungen des ewigen Schnee's, welche diese Bänder bezeichneten, waren bis ins Hundertfache noch bemerkbar, dann verlor sich die Lagerung ins Unergründliche. In der Mitte dieser fürchterlichen Gruft prangten, von festem Schnee gebildet, die regelmässigsten Würfel-, Rhomboiden-, Dreiecks- und Säulen-Gestalten. Schwebend hingen sie über uns, so dass wir jeden Augenblick glaubten, unter diesen Trümmern begraben zu werden. Unter uns und um uns lagen Pyramiden-Trümmer, nach dem besten geometrischen Ebenmaasse geformt, die eine besondere Zerstörung anzudeuten schienen. Der uns hier umgebende Widerschein des bläulichen Eises gab uns Allen eine Todtenfarbe. Ein Fieberfrost durchdrang uns. Wir waren in der Höhle ungefähr 200 Schritt weit immer auf ebenem Boden gegangen, da wo sie am höchsten war mochte ihre Decke wegen Ansteigens wohl 240' hoch sein.“ [Wenn man diese Beschreibung, und es gehört noch dazu, dass im folgenden Jahre diese Erscheinung der grossen Grotte verschwunden, d. h. eingestürzt war, statt dessen „eine ungeheure Kluft, das ganze Eismeer durchschneidend, an einigen Stellen von unermesslicher Tiefe und unübersteiglicher Breite hier entstanden sich fand“, und ferner, dass im dritten Jahre auch diese grosse Kluft verschwunden und nur eine Vertiefung übrig geblieben war, gewiss ein schauerliches Bild der Wandelungen in dieser nicht schmelzenden Eisdecke — zusammenhält mit den übrigen Aussagen über das ewige Eislager der höchsten Gipfel-Region, und mit der Vorstellung, welche man danach sich bilden darf, so muss man erkennen, dass hier eine besonders günstige Gelegenheit geboten war, einen Einblick zu thun in das säculare Entstehen und Vergehen auf dieser einsamen hohen Eiswelt. Es spricht sich hier aus, dass auf den Hochalpen der Schnee nur oberflächlich liegt, tiefer hat er sich verwandelt in Eis, es zeigt sich in der Schichtenfolge der jährliche Zuwachs durch den Schneefall, die Höhe der Höhle spricht für eine Mächtigkeit des zu Eis gewordenen Schnee's (durch Druck) von mindestens 500', möglicherweise vielleicht bis 1000' Fuss sich anhäufend in Reihen von Jahrhunderten mit jährlichen Schichten, aber nur bis zu gewissen Grenzen anwachsend, indem der Eispanzer stellenweise zerklüftet, zusammenbricht und in Bruchstücken hinunterstürzt in wärmere Regionen, mit jenem

Donner-Getöse wie es so häufig in dieser Einöde vernommen wird. Ewig ist also auch dies Eis nicht, obgleich es nie der Schmelzwärme ausgesetzt ist, ausser etwa im Sommer, an der Oberfläche, in der Mittagszeit, bei Sonnenschein, für einige Stunden. Was die hier im Eise gefundene Temperatur von -10° R. betrifft, so ist Grund, in ihr die mittlere Temperatur des Klima's, die mittlere Boden-Temperatur zu erkennen, wenn man bedenkt, dass sich der Ort befand am Grunde einer 60' tiefen Spalte, und dann hier das Thermometer noch in das Eis eingeführt war, dass hier die Insolation eine jährliche Fluctuation der Temperatur in der Eisdecke nur bis zu gewisser geringer Tiefe bewirken wird, etwa 30' tief, wie im Erdboden, dass das Minimum in der Tiefe eben im Sommer eintreten wird, dass aber in so grosser Tiefe, 60' tief, gar keine Oscillation der Boden-Temperatur mehr zu erwarten ist, also die mittlere Temperatur sich befinden würde, und dass die gefundene Temperatur, -10° , dieselbe ist, welche in solcher Höhe, 13000', als mittlere klimatische Temperatur auch aus der Berechnung hervorgeht (s. auf dem Montblanc). — Uebrigens ist die Analogie dieser athermischen Hochalpen-Region mit der gleichfalls athermischen antarktischen Zone, wo auch der Schnee und das Eis nicht jährlich durch Schmelzen vergehen, wohl aber jährlich wachsen, oder die Aehnlichkeit der Nival-Region mit der südpolaren Nival-Zone, ist zu gross und wichtig, um sie nicht anzudeuten. Das Ganze des grossen ewigen Eislagers der Hochalpen, das möglicherweise gegen 1000' mächtig werden kann, ist analog der grossen Eistafel, welche möglicherweise 150' hoch aus dem Meere ragen und also 1500' mächtig werden kann; die Gletscher, diese langsamen Vorschübe des obersten Eispanzers in die wärmeren Regionen, wo sie im Sommer schneefrei werden, sind analog den grossen platten Eisbergen im antarktischen Meere, die in untere Breiten geführt werden; und endlich dem Packeis, das aus kleineren Blöcken besteht, verhalten sich analog die einzelnen Trümmer, welche stellenweise abbrechen und abwärts stürzen, die Eis-Lawinen, sei es von dem oberen ewigen Eispanzer oder von tiefer reichenden Gletschern]. — Um 8 Uhr, 2. August, begab man sich auf den Weg zum erwähnten Gipfel, der wie eine Pyramide aufstieg [dies ist die von Welden bezeichnete dritte Spitze, nachher mit Recht „Zumstein-Spitze genannt]; an der südöstlichen Seite führte ein Schneesattel zu ihr, es wurden Tritte in das Eis gehauen längs einem scharfen Saum, der an der rechten Seite senkrecht in das 8000' tiefe Macugnaga-Thal Absturz hatte;

man erreichte den Gipfel, 14270' hoch [?], nach 10 Uhr; das Hochgefühl war unbeschreiblich, erreicht zu haben, was kein Sterblicher zuvor. Das Wetter war sehr veränderlich, Wolken bedeckten alle Bergspitzen des unermesslichen Horizonts; der Theodolit konnte deshalb nicht angewendet werden. In den vier Stunden von 11 bis 3 Uhr zeigten der Barometerstand und die Temperatur diese Werthe:

Zeit.	Barometer.	Temperatur.	Wetter.	Wind.
10 ¹ / ₂ Uhr	196'''	5.00	Wind, Nebel	} WSW.
12 -	195.5	10.2	scharfer Wind	
3 -	197	40.0	kalter Wind	ONO.

Die erreichte Spitze wäre demnach 14270' hoch; aber die Meinung, dass dies die höchste Spitze des Monte Rosa sei, erwies sich als irrig; etwas nördlich erhob sich ein steilerer unersteiglich scheinender Felskamm, noch etwa um 250' höher. Der Puls wurde untersucht bei vier Leuten und gefunden bez. zu 108, 84, 79, 76. Sonst kam auch vor die gewöhnliche Unbehaglichkeit, Mattigkeit, auffallende Gleichgültigkeit [man könnte dies die Bergohnmacht nennen], Brennen der Augen, aber gar nicht Nasenbluten, Brausen vor den Ohren [auch das noch gefürchtete Blutspeien findet sich wieder nicht unter den Wirkungen der dünnen Luft angegeben]. Der Schall schien an Kraft verloren zu haben. Auch diesmal fand man auf dem verhärteten Schneelager zerstreut liegend geflügelte Insekten, zum Theil lebend, ein rother Schmetterling flatterte vorüber; an Felsen fanden sich einige Lichenen. Den Rückweg trat man an um 3 Uhr; er war, wie gewöhnlich, leichter als das Aufsteigen, aber man trat nun in den Schnee bis an die Waden; erst nahe vor Einbruch der Nacht wurde die mittlere Erzhütte erreicht; kaum war man unter Dach, begann es zu schneien und zu regnen (10080' hoch). Auch diesmal brachten die Bergsteiger ein aufgedunsenes Gesicht zurück, und am zweiten Tage schälte sich die Oberhaut an Gesicht und Händen, zumal der Lippen, mehr bei denen die keinen Flor getragen hatten, sondern etwa nur eine blaue Brille, wie der Verfasser, die übrigens gegen Schneeblenden besser dient.

Dritte Besteigung. Am 3. August 1821 ging man wieder von der Hohelicht-Hütte, 10910' hoch, sogleich auf den Gletscher, der diesmal so harte Schneedecke hatte, dass der Marsch leicht war;*) ohne Ermüdung erreichte man das runde Plateau; die grosse

*) Die Schneedecke wird vorzugsweise an der Sonnenseite bei Tage oberflächlich geschmolzen, und folglich vorzugsweise hier des Nachts eine Eiskruste bekommen.

Grotte und die Spalte selbst, worin voriges Jahr übernachtet war, 13120' hoch, fehlten, waren verschwunden, merkwürdig genug: nur eine ungeheure, das ganze Eismeer durchschneidende Kluft, an einigen Stellen von unermesslicher Tiefe und unübersteiglicher Breite, waren dort zu finden [ein Beispiel wie der oberste Eispanzer, hier etwa 5000 Fuss der Gebirgs-Höhe bedeckend, zwar jährlich durch eine Schneeschicht erhöht wird, aber auch Abnahme erfährt, durch Zusammenbrechen und durch Eis-Lawinen, indem darin eine Bewegung vorgeht, ein allgemeines Vorrücken, welches endet in kurze abbrechende oder in die langen abschmelzenden Gletscher. Zugleich ist die frühere Eisgrotte oder Höhle, an einigen Stellen von unermesslicher Tiefe, allem Anscheine nach ein Beispiel unserer „divergirenden“ Spalten gewesen]. Später fing der Schnee an zu erweichen und wurde das Steigen mühsamer, aber fast unerträglich war das Blenden des Schnee's und ermüdender als die dünne Luft. Es war ein heiterer, ruhiger Tag. Man überkletterte den Schneesattel und erreichte den Gipfel, 14270' hoch, um 10 Uhr. Ein im vorigen Jahre hier aufgepflanztes eisernes Kreuz zeigte keine Rostflecken, es hatte eine Bronze-Farbe angenommen. Ein Pistolen-Schuss klang nur wie ein Peitschenknall. Um 11 Uhr war die Temperatur $-0^{\circ}.1$, um 12 Uhr $0^{\circ}.0$, das Barometer 196^{'''}.8 (gleichzeitig in Turin waren diese Werthe 26° und 336^{'''}.2). Wieder fehlte oben der Hunger, aber auch der Durst. Um 1 Uhr ging man zurück und kam um 6 Uhr in der Hohenlicht-Hütte an, 10910' hoch; hier hatte man einen prachtvollen Sonnen-Untergang, purpurstrahlend hinter dem Montblanc.

Die vierte Besteigung, am 12. Juli 1822, misslang, nachdem man schon das runde Plateau erreicht hatte, 13230' hoch, wegen eintretenden Sturms mit Schnee und Hagel [Hagel spricht für Gewitter, Regen kommt in solcher Höhe wohl nicht mehr vor, doch hat ihn der Verfasser in 11000' Höhe noch erfahren, freilich mit Schnee, auf der s. g. „Nase“ am 1. August 1822, um 2^h, bei $4^{\circ}.5$ R.], der die Reisenden überfiel; diesmal hatte man 7 unergründlich tiefe Spalten zu überschreiten, welche im vorigen Jahre nicht im Wege gelegen hatten; dagegen war die grosse Kluft nun auch verschwunden, welche im vorigen Jahre an die Stelle der Spalte und Grotte getreten war, und nur eine mit Schnee gefüllte Vertiefung war zu finden. In dem kalten Winde stellte sich grosse Schlafsucht ein, drei Führer schliefen ein und mussten geweckt werden; nun brach ein furchtbares Unwetter aus, Schnee mit rasen-

dem Sturme, das zurücktrieb und in der That dem Tode nahe brachte.

Die fünfte Besteigung wurde einige Wochen später unternommen, am 1. August 1822; man verliess um 4 Uhr Morgens die Hohelicht-Hütte und stieg auf dem früheren Wege aufwärts. Es hatten sich mehre Spalten gebildet, die zu umgehen waren; das Wetter wurde zunehmend windiger und kälter; angelangt auf dem runden Plateau, 13230' hoch, um 8 Uhr befand man sich in einem windigen Schneestäuben; dennoch wurde die Spitze erklettert, um 10¹/₂ Uhr, das Kreuz war wieder ohne Rost, das Barometer stand 193^{'''}, die Temperatur war —5° und —7° R.; an das Kreuz wurde ein Thermometrograph fest angebunden, um nächstes Jahr das absolute Minimum zu erfahren [ob dies je abgeholt worden, ist nicht zu sagen]; ausser dem Wind-Schnee war die Atmosphäre heiter; der Rückweg ging sehr rasch, weil in der niedrig gebliebenen Temperatur der Schnee gefroren geblieben war.

[Stellen wir die gefundenen Temperatur-Grade des Monte Rosa-Gipfels auf diesen fünf Fahrten im Sommer für Mittags und Nachts zusammen, so ergiebt sich folgendes Schema:

Höhe.	Zeit.	T e m p e r a t u r.		Ampl.
		maxim.	minim.	
14020'	2. Aug. 1820	40.0 (10 ^h u. 3 ^h)	—7° (6 ^h Morg.)	11° 0
14020'	3. Aug. 1821	00.0 (Mittags)		
14020'	2. Aug. 1822	—70.0 (Mittags)		
13920'	12. Aug. 1819	80.5 (3 Uhr)		
13200'	1. Aug. 1820	90.5 (12 ^h)	—10° (Abends 8 ^h)	190.5

Man ersieht, dass auch im Anfang des August mehrmals momentan eine warme Luft in der Höhe über 13000' erschien, gegen Mittag, aber dass sie auch ausbleiben kann, und auch dann die Kälte weit unter 0° bleiben kann, wiewen auch solche Gipfelfahrten gutes Wetter auswählen.]

Auf dem Monte Rosa-Gipfel (45° 55' N), 14280' hoch, A. und H. Schlagintweit, Bericht über die Besteigung des Monte Rosa im Jahre 1851 (Zeitschr. für Allgem. Erdkunde 1853). Das Besteigen des Gipfels wurde von der nördlichen Seite aus unternommen, von Zermatt, am 22. August. Das erste Nachtlager nahm man „in den Gadmen“, 8470' hoch, am rechten Ufer des Gorner-Gletscher, unter einem Felsen; während der Nacht war der Minimalstand der Temperatur —30.0 R., und so war sie auch noch um 3 Uhr Morgens. Um 4 Uhr Morgens betrat man den von Ost nach West streichenden grossen Gletscher und ging querüber nach Süden zu, die Schneedecke zeigte sich festgefroren, die Oberfläche aber hatte sehr grosse Unebenheiten, namentlich traf man viele

herabgestürzte Eisfragmente, Reste von Firnbrüchen von den steilen Abhängen des „Nordende“ des Gipfels [also von s. g. „secundären“ Gletschern, besser Bruch-Gletschern]. Um 9 Uhr war ein weiter Firnschrund zu überschreiten, ein Führer brach ein; um 10 Uhr gelangte man auf die kleine Einsattlung zwischen dem Nordende und der Höchsten Spitze, d. i. am Fusse d. Kammes der letzteren, in 13930' Höhe, nur 346' unter der Spitze (14280' hoch). Diese hat so steile Gehänge, dass kaum Schnee haftet, und der sehr quarzreiche harte Glimmerschiefer bietet nur wenig Anhaltspunkte; es dauerte noch zwei Stunden um sie zu erklimmen; um 12 Uhr war man oben bei ruhiger reiner Luft, auf einer nur wenige Quadratmeter breiten Fläche; Barometer 438^{mm}.1, Thermometer — 4^o.1 R., Psychrometer — 4^o.4 (Saturat. 90 proc.). Man hat hier ein ausgedehntes Panorama über eine grossartige Reihe von Ketten und Gipfeln, vom Apennin bis zu den Alpen des Berner Oberlandes und Graubündens, charakteristisch ist die grössere und allgemeinere Erhebung der Alpen im Nordwesten des Monte Rosa, mit schneebedeckten Gipfeln und Kämmen, während im Süden die Erhebung weit geringer ist und die dunkle Färbung der Alpenweiden und Wälder vorherrscht, nur wenige Thäler sind sichtbar, zunächst aber das von Macugnaga zu den Füßen. Um 1 Uhr waren Barometer 437^{mm}.9, Thermometer — 3^o.8, Psychrometer — 4^o.2 R. (Satur. 90 proc.) [wieder ist die geringe Differenz des Psychrometers, also der hohe Saturationsstand um Mittag in der höchsten Region zu bemerken].*) Den Rückweg nahm man, weil der Schnee weich geworden, beim Gorner-See; auf der kleinen Felseninsel des Kammes „In der Schwärze“ fand man noch in 11460' Höhe einige Phanerogamen. Erst um 11 Uhr Abends gelangte man an bei den Alpenhütten am Riffelberge. Uebelbefinden war nicht vorgekommen.

Die schematische Zusammenstellung der auf der höchsten Spitze des Monte Rosa, 14280' hoch, gefundenen meteorologischen Werthe am 22. August 1851 ist folgende:

Zeit.	Barom.	Thermom.	Psychrom.	Saturat.
12 ^h 20'	438 ^{mm} .1	— 4 ^o .1 R.	— 4 ^o .4	90 proc.
1 ^h 0'	437.9	— 3.8	— 4.1	90

*) Gleichzeitig war das meteorische Verhalten im Tieflande:

	Bar.	Therm.	Psychr.	Sat.
St. Bernhard	569 ^{mm} .9	10 ^o .6		58
Genf	727.8	16 ^o .5	13 ^o .2	62
Mailand	750.3	19 ^o .9	15.9	61

Beachtenswerth ist wieder die geringe Psychrometer-Differenz, nur 0^o.3 R., eben um Mittag und in der dünnen Luft.

Gleichzeitig war dies Verhalten im Tieflande in Mailand (45^o 28' N), 750' hoch, folgendes:

Zeit.	Barom.	Therm.	Psychrom.	Saturat.
12 ^h 20'	750 ^{mm} .5	19 ^o .3	15.2	60 proc.
1 ^h 0'	750.3	19.9	15.9	61

Auf dem Monte Rosa, Vincent-Hütte (Meteorologie) (45^o 55' N), 9730' hoch. A. und H. Schlagintweit, Neue Untersuchungen ü. d. phys. Geogr. der Alpen 1854. Die Vincent-Hütte ist eine verlassene Hütte [die aus Zumsteins und Vincents Besteigungen bekannte „oberste Erzhitte“], sie liegt an der südöstlichen Seite auf dem Col delle Piscie, der vom Lys-Thale nach dem Sesia-Thale führt. Hier sind 14 Tage hindurch, zweistündlich, von 6 Uhr bis 10 Uhr, und mittelst eines Spiritus-Thermometrographen auch für das Minimum der Nacht, Beobachtungen aufgenommen, betreffend Temperatur, Luftdruck und Hygrometeore. Da von solcher Höhe kaum ähnliche regelmässige Beobachtungen für eine Reihe von Tagen existiren (doch schliessen sich an zur Vergleichung die auf dem Grand Plateau des Montblanc in 12100' Höhe für 5 Tage, von Bravais und Martins, erhaltenen, und mehr noch die während 14tägigen Aufenthalts auf dem Col du Géant, in 10550' Höhe, von Saussure gewonnenen), so mögen sie hierausführlich mitgetheilt werden.

1. Die Temperatur (in Centigr.):

Sept. 1851.	Vormittags.				Nachmittags.					Mitt.	Ampl.	interpolirt 2 ^h Morg.
	6h	8	10	12	2h	4	6	8	10			
3	0 ^o .1C.	1.8	3.0	6.1	5.1	3.4	—0.9	—1.3	—3.2	0.6	9.3	(—2 ^o .1 C.)
4	—1.2	0.8	4.8	5.0	5.3	4.7	2.4	0.1	—1.9	1.1	7.4	(—2.1)
5	2.9	4.8	5.5	5.6	9.1	5.6	2.8	1.2	—2.0	2.4	11.1	(—2.0)
6	1.8	2.0	3.0	3.5	2.9	1.8	1.5	0.5	—2.1	0.8	5.5	(—2.2)
7	—0.9	1.6	3.0	3.9	2.6	2.4	2.0	0.5	—0.1	0.8	4.4	(—0.5)
8	1.0	1.6	3.0	3.6	3.8	2.1	0.2	—2.0	—3.1	—0.1	8.5	(—4.5)
9	—1.2	—0.5	1.0	0.4	0.4	—0.1	—4.5	—5.3	—6.8	—3.2	8.5	(—7.5)
10	0.2	3.5	5.5	5.6	2.0	3.4	2.8	—0.2	—3.1	—0.2	15.7	—10.5
11	—2.6	1.9	2.1	2.4	3.0	2.5	—1.5	—3.0	—4.1	—1.4	9.5	—6.5
12	0.5	2.4	(2.7)	(2.8)	3.4	(3.4)	2.1	0.1	—3.4	—0.2	10.5	—7.1
13	1.8	2.7	4.0	4.0	3.9	4.0	2.0	—1.0	—1.6	1.0	7.3	—3.3
14	1.9	2.0	3.0	4.1	5.3	3.2	3.1	2.0	—1.8	1.4	7.8	—2.5
15	—1.5	0.8	2.6	3.6	6.4	5.1	3.9	2.1	—0.5	1.3	8.5	—2.1
16	—1.8	—1.0	—0.1	1.0	1.2	3.2	1.2	(—0.4)	(—0.6)	—0.4	6.4	—3.2
Mittel	0 ^o .0	1.7	3.0	3.6	3.8	3.1	1.2	—0.4	—2 ^o .4	0.2	7 ^o .7	—3.9 C.
Mittl. Réaum.	0 ^o .0	1 ^o .4	2 ^o .4	2 ^o .9	3 ^o .0 max.	2 ^o .5	9.0	—0.3	—2.0	0.2	6 ^o .1	—3.1 R. min.
Absol. Amplitude des halben Monats der Undulationen											15 ^o .3 R.	

[Demnach war die mittlere Temperatur der ersten Hälfte des Septembers 0^o.23 R., in der täglichen Fluctuation zeigte sich das tägliche Maximum um 2 Uhr Nachmittags, doch auch mehrmals schon um 12 Uhr, das tägliche Minimum um 2 Uhr Morgens; die Amplitude dieser täglichen Fluctuation war beträchtlich, 6^o.1 R., kaum geringer als im Tieflande, indess war dies anomal, denn auf dem St. Bernhard 7500' hoch ist sie im Juli nur 5^o.6, im September nur 3^o.3 R., in Genf aber im Juli 7^o.5, im September 6^o.6. Des Nachts ist die Temperatur immer unter den Frierpunkt gesunken, aber bei Tage zwischen 6 Uhr Morgens und 10 Uhr Abends immer über 0^o im Mittel geblieben, jedoch zwischen 10 Uhr Morgens und 4 Uhr Nachmittags auch nicht momentan darunter gesunken; das absolute Maximum erreichte einmal 7^o.3 R. um 2 Uhr Nachmittags, der Tag erreichte im Mittel 1^o.9 (der wärmste Tag), das absolute Minimum erreichte —10^o.1, um 2 Uhr Morgens, der kühlgste Tag hatte im Mittel —2^o.5, die tägliche Undulabilität ersieht sich als ziemlich excessiv, von 3^o.7 bis 12.5 an Amplitude (es fehlt zur Vergleichung noch an Angaben von anderen Orten)]. Kleiner Schneefall trat ein in der Nacht des 3. und auch am Abend des 7. September, dann auch am 15. Nachts; Regen und Schnee fielen am 5. Mittags.]

2. Der Luftdruck zeigte folgende Barometer-Curve, reducirt auf 0^o, man erkennt wieder, dass die Depression des Nachmittags hier, in 9730' Höhe, auch noch im September, fehlt.

Sept.	V o r m i t t a g s .				N a c h m i t t a g s .					Mittel.	Ampl.
	6h	8	10	12	2h	4	6	8	10		
3	(517mm.6)	(17.8)	(18.1)	(18.7)	518mm.6	18.0	17.5	17.4 min.	17.5		
4	517mm.6	17.8	18.1	18.7	19.4	19.9	20.9	20.4	19.0	521mm.4	3mm.3
5	22.0	22.5	22.9	23.0	23.0	23.6	22.9	21.1	22.0	22.5	2.5
6	24.0	24.1	24.1	24.3	24.5	24.4	24.2	23.9	23.9	24.1	0.7
7	19.9	22.9	22.9	23.2	23.3	23.4	22.5	21.6	20.7	22.2	3.5
8	21.0	22.1	23.1	23.1	23.2	23.5	23.5	23.0	22.7	22.8	2.5
9	21.3	23.0	23.0	23.1	23.2	23.6	24.1	24.0	24.0	23.2	2.9
10	26.0	26.2	26.4	26.4	26.8	27.1	27.6	27.9	27.9	26.9	1.7
11	26.9	26.8	26.7	26.6	26.5	26.5	26.4	26.4	26.3	max. 25.2	1.7
12	26.0	(25.9)	(25.9)	(25.8)	(25.9)	(26.0)	25.5	25.5	25.3	25.6	0.7
13	25.0	25.0	24.9	25.3	25.7	26.0	26.1	26.2	26.0	25.0	1.3
14	25.9	25.9	26.1	26.7	26.6	26.6	26.6	26.5	26.4	26.3	0.8
15	26.3	26.6	27.1	27.6	27.7	27.7	27.7	27.8	27.6	25.7	2.1
16	26.4	26.8	26.7	26.8	26.7	(26.5)	26.5	max. (26.2)	(26.2)	26.8	0.6
Mittel	523.2 min.	23.8	24.3	24.2	24.3	max. 24.4	24.0	23.9	23.9	523mm.7	1.2*)

Absolute Amplitude der halbmonatlichen Undulationen 10mm.4

*) Diese Mittelwerthe sind hier noch einmal berechnet, weil die im Text angegebenen Zahlen derselben wenigstens dem Ref. unverständlich waren.

[Man ersieht hier das im Sommer Charakteristische der orographischen Meteorologie sogar im September übermässig hervortreten; am Nachmittage fehlte die Depression, trat anstatt des Minimum ein Maximum ein, im Mittel um 4 Uhr, als Folge der Ascensions - Strömung und deren zwei Factoren, Luft und Wasserdampf; das erste Minimum war hier des Morgens vor 6 Uhr, dann stieg die Curve stätig bis 4 Uhr; entschieden ist nur einfache Curve vorhanden, welche culminirt, umgekehrt wie unten, am Nachmittage, mit einer mittleren Amplitude dieser täglichen Fluctuation von $1^{\text{mm}}.2$ ($0^{\text{mm}}.6$); die halbmonatlichen Undulationen hatten eine absolute Amplitude von $10^{\text{mm}}.4$ (527.8 und 517.4), die täglichen Undulationen hatten eine Amplitude zwischen $0^{\text{mm}}.6$ und 3.5. Im Ganzen erwies sich wieder die Amplitude der Oscillationen schmäler werdend nach oben hin, vielleicht mit Ausnahme der täglichen nicht periodischen, obgleich auch hierfür noch Vergleichungspunkte fehlen. Bemerkenswerth ist übrigens, dass hier, 9730' hoch, das völlige Verschwinden der nachmittäglichen Depression nicht als Regel gelten kann, denn dies ist auf dem St. Bernhard, 7500' hoch, nicht vollständig der Fall, wie aus der dortigen täglichen Barometer-Curve für September sich ersehen lässt.

Sept.	V o r m i t t a g s.						N a c h m i t t a g s.						Mitt.	Ampl.
	2h	4	6	8	10	12	2	4	6	8	10	12		
	566 ^{mm} .6	66.4	66.6	66.8	66.98	66.95	66.83	66.80	66.92	67.0	67.1	66.9	566.8	0.7
		min.			max.			min.			max.			

Hier ist also noch zwischen 10 Uhr Vormittags und 6 Uhr Abends eine wenn auch sehr geringe Depression zu erkennen, im Mittel von 10 Jahren, und es bleibt die doppelte Curve, mit zwei Maxima und zwei Minima].

3. Die Hygrometeore. Obgleich das Wetter sehr günstig war, bei meistens nördlichen Winden, und im Tieflande, zu Turin, Genf, Bern, heitere Tage waren, befand man sich doch auf dem hohen Beobachtungsorte Mittags gewöhnlich in der Region der Haufenwolken (cumuli), auch wurde eben um Mittag die Saturation am höchsten, und fast vollständig auch dann wenn die Wolken nicht unmittelbar einhüllten [wieder eine Bestätigung anderer Beobachtungen auf hohen Regionen, wenigstens im Sommer, in Folge des aufsteigenden Wasserdampfes, in Uebereinstimmung mit dem Barometer], z. B.

	Temper.	Psychrom.	Diff.	Saturat.	
5. Sept. 4 bis 7 ^h Nachm.	30.7 C.	30.7	0 ⁰	100	
6. Sept. 8 bis 12 ^h Vorm.	2.8	2.5	0.3	95 proc.	In dichter Wolke
8. Sept. 10 bis 6 ^h	2.5	2.4	0.1	98	halb heiter
10. Sept. 11 ¹ / ₂ bis 6 ^h Nachm.	2.7	1.3	1.4	73	lebhafter NO.-Wind
14. Sept. 4 bis 6 ^h Nachm.	3.2	3.2	0	100	dichter Nebel

Am 3. September fiel des Nachts etwas Schnee; am 5. September Mittags fiel feiner Regen mit Schneeflocken, am 6. Abends leichter Schneefall, gleichzeitig in Turin Regen; einmal erhob sich die untere Fläche einer Wolke bis über den Gipfel des Monte Rosa, 14300' hoch.

Anmerkung über die Boden-Temperatur. Nahe der Vincent-Hütte befand sich ein verlassener Stollen, in 9730' Höhe, also etwa 500' über der hiesigen Schneelinie [und also etwa auf der Hypsotherme von -30.3 R.], dessen Länge war 135', die Höhe 5', die Oeffnung gerichtet nach ONO., also fast ohne Sonne, der Boden fast sohlig und dieser war mit einer Eislage bedeckt, etwa 1' dick, etwa bis 50' lang, abnehmend nach dem Innern des Stollens; an der Decke, aber erst in 35' Entfernung vom Eingange, hafteten Eiskrystalle, sie erreichten in 94' Entfernung die grösste Menge und wurden geringer an Zahl gegen das Ende. Das Eis am Boden ist zu erklären durch von aussen (in den Eingang) eingeflossenes Wasser, die Eiskrystalle an der Decke und an den Wänden durch eingedrungenen Wasserdampf der Atmosphäre. Die Temperatur in einem alten Bohrloche in etwa 4 Zoll Tiefe (10 Centimeter) zeigte unverändert -0.4 bis -0.8 C. [ein frisch und tiefer gebohrtes Loch würde freilich besser gewesen sein und würde eher über die Boden-Temperatur selbst belehrt haben]. Grubenwasser war nicht vorhanden, auch wegen der niedrigen Temperatur des Erdbodens nicht zu erwarten [also ist keine Quellenbildung mehr vorhanden, selbst nicht im Sommer, die höchste Quelle ist im Sommer 8800' hoch gefunden, von der Oberfläche dringt kein Wasser mehr ein].

Auf dem Breithorn (12012' hoch) H. de Saussure. Am 13. August 1792, um 11 Uhr Vormittags stand auf dem Gipfel das Barometer zu 212'''; die Temperatur war -0.5 (gleichzeitig in Genf 19^0), in der Sonne stieg das Thermometer wieder nur um 1^0 , auf 0.5 (in Genf um 1.4 , auf 20.4). — Das Haar-Hygrometer zeigte hier des Mittags hoch, 88 (in Genf nur 76). Dichte Wolken hinderten die Aussicht. Die Elektrizität war die positive, mit $3\frac{1}{2}$ Divergenz. Vegetation fand man hier absolut gar nicht, nicht einmal Lichenen, obgleich Felsboden frei stand. Auffallend war wieder die auf dem Schnee liegende Menge geflügelter Insekten, Schnetterlinge, Fliegen u. a. Man empfand kein Uebelsein. Einen Neuling unter den Führern ergriff ein Angst-Paroxysmus, ein anderer Führer wurde schlafmüde, schlief ein und erwachte sehr wohl.

St. Theodul Pass (Temperatur), 10350' hoch. Schlagintweit, Neue Unters. etc. 1854. Dies ist der höchste Pass in den Alpen, der mit Pferden und Mauthieren zu überschreiten ist; der einst ist er befestigt gewesen; ringsumher sind Gletscher; er liegt östlich vom Matterhorn (Mont Cervin). Der Verfasser verweilte hier $2\frac{1}{2}$ Tage und erhielt folgende Reihe von Temperatur-Graden, Ende August 1851:

	Vormittags.				Nachmittags.				Mittel.	Ampl.
	6h	8	10	12	2	4	6	8h		
27. Aug.					10.1	1.6	—0.1	—20.0 C.		
28. -	10.5	3.1	2.0	2.1	3.1	1.1	0.1	—30.2 C.	10.3 R.	50.0 R.
29. -	—3.6	—3.0	—4.1	0.0	—1.1					

[Hier fand J. Forbes (Travels in the Alps 1853, S. 323) im Jahre 1842 die Temperatur gegen Mittag zu $0^0.9$ R. und etwa in 9000' Höhe, bei beginnendem Hagelfall, die Luft so elektrisch, dass der Alpenstock rauschte, Fingerspitzen und Felsenkanten zischten wie in der Nähe einer geladenen Elektrisir-Maschine; bald darauf erfolgte Entladung durch einen Donnerschlag, ohne sichtbaren Blitz.]

Auf dem Matterhorn (Mont Cervin) (Temperatur), 9950' hoch, H. de Saussure, Voyages dans les Alpes 1796. Am 18. August 1792 brachte der Verfasser eine Nacht zu am Matterhorn im Anfang der Nival-Region, in 9950' Höhe, unweit vom Zermatt-Gletscher, ausgehend von Aosta und Breuil. Der Tag war heiter, der Verfasser kam in Schweiss, die Temperatur der Luft stieg bis $6^0.1$ und fiel bis -1^0 , also Amplitude der Tages-Undulationen war $7^0.1$ R.

Auf dem Monte Viso, 11870' hoch, ($44^0 59' N$) F. Tucket, A night on the Summit of Monte Viso (The Alpine Journal, 1863, No. 1). Am 2. Juli 1862 verliess der Verfasser Turin, nach Westen hin über Pinorolo bis La Torre gehend; am folgenden Morgen stieg er mit zwei Führern das Val Pellice aufwärts und erreichte um 4 Uhr Nachmittags den Col de Seylières, wo ein prachtvoller Anblick des Viso auf einmal sich darbot; um $6\frac{1}{2}$ Uhr erreichte man den Col de Vallante; das Wetter war schön; um 8 Uhr blieb man in einer Sennhütte zum Uebernachten. Am 4. Juli begann man langsam das bewaldete Gehäng an der südlichen Verlängerung des kleinern Viso hinaufzuschreiten; nach einer Stunde blieb die Grenze der Nadelwaldung zurück, man betrat grasige Gegenden, darauf folgten Trümmergestein, welches blieb, fast ohne Unterbrechung. Um $10\frac{1}{2}$ Uhr befand man sich bei einer Kette

kleiner Seen, um 11¹/₄ Uhr bei dem steileren Gehäng des Grossen Monte Viso, wo der Schnee begann, und um 1³/₄ Uhr erreichte man den Kamm, welcher vom Gipfel in südöstlicher Richtung abwärts streicht. Der Gipfel thürmte sich nun grossartig empor, und vor sich blickte man weit in die grosse Ebene Piemonts hinunter. Der übrige Theil des Steigens war nicht schwer, nur einige mit Eis bedeckte Stellen erforderten Vorsicht und die Axt; in 1¹/₂ Stunden wurde der Gipfel erreicht, es war 3¹/₂ Uhr Abends; er ist mit einer Schneekappe bedeckt. Vergebens suchte man nach dem Minimum-Thermometer, das durch frühere Besucher und erste Besteiger bei einem errichteten Hügel niedergelegt war [die Auslegungen von Minimum-Thermometern scheint bis jetzt ein besonderes Unglück verfolgt zu haben]. Der Verfasser legte nun ein neues Minimum-Thermometer in den Steinhügel (Kaap, cairn) nieder, und auch ein Maximum-Thermometer. Das Panorama ist gross und schön, doch das Mittelländische Meer war nicht erkennbar, wegen dunstiger Verschleierung der Atmosphäre; die Gebirge des Dauphiné waren deutlich. Der Barometerstand war 482^{mm}.5 und ergab nach Vergleichung mit Turin, Aosta, Genf und St. Bernhard die Höhe zu 11840' (12630' engl.); der Siedepunkt war 70^o.1 R., was mit dem Barometerstande nach Regnaults Tabelle sehr gut übereinstimmt; das Aneroid zeigte 4.0 Millimeter niedriger als das Barometer, und gleichzeitig ein anderes ebenso in Turin. Die Temperatur war um 7 Uhr Abends —1^o.6 R. (28^o.4 F.), ein Wind erhob sich. Es war keine gute Lagerstelle zu finden für die Nacht, man wählte sie etwa 40' unter dem Gipfel, aber der Boden war zu geneigt. Auch stiegen Wolken auf und die Kälte war nicht gering. Der Verfasser schlief in einem neuerfundenen dichten Schlafsack. Am Morgen um 2¹/₂ Uhr erwachend sah er ringsum eine Schneedecke, einen Zoll hoch lag sie auch auf ihm selber, dabei Nebel und dicker Graupelnfall; die Kälte erreichte nach dem Minimum-Thermometer —2^o R. [wahrscheinlich würde sie ohne den Nebel weit tiefer gesunken sein]. Um 6 Uhr Morgens begann nun der Rückweg; das Theodolit war nicht benutzt worden. Beim Hinuntersteigen minderte sich der Schneefall allmählig, hörte dann ganz auf, endlich trat man aus der Wolke, welche dicht um die Gipfel hing und so auch den Tag über blieb. Der frisch gefallene Schnee erforderte Vorsicht; um 10¹/₄ Uhr wurden die Sennhütten erreicht und um 4³/₄ Uhr beendigte die Ankunft in La Chianale die ganze Fahrt.

IV.

Die Finster-Aarhorn-Gruppe.

Inhalt. Auf dem Finsteraarhorn und dem Jungfrauhorn, Gipfel. — Die Eisregion der Finsteraarhorn-Gruppe, Gletscher und Firnmeer. — Der Grindelwald-Gletscher im Winter, Temperatur. — Auf dem Gletscher des Finsteraarhorn und auf dem Schreckhorn. — Auf dem Finsteraarhorn, Gipfel. — Auf dem Jungfrauhorn, Gipfel. — Auf dem Faulhorn, Meteorologie.

Auf dem Finsteraarhorn und dem Jungfrauhorn, Gipfel (13030' und 12870' hoch). Reise (der Gebrüder und Söhne Rudolf Meyer u. s. w.) auf die Eisgebirge des Kantons Bern (von H. Zschokke verfasst). Aarau 1813. [Dies ist der Bericht über die erste Ersteigung des Finsteraarhorns und die zweite des Jungfrau-Gipfels im Sommer 1812, woran sich noch andere Eisreisen in der Finsteraarhorn-Gruppe schliessen]. Am 25. Juli Abends verliess die Gesellschaft das Grimsel-Hospiz (5620' hoch) dem Ober-Aar-Gletscher zu, und übernachtete nahe dessen Ende in einer Geiss-Hütte; am 26. Morgens ging man den Gletscher aufwärts; auf der Thalhöhe angelangt erblickte man nahe vor, im Norden, das Finsteraarhorn, links glänzte das Rothhorn und zu den Füßen der vielgeborstene Viescher-Gletscher. Hier übernachtete man, in 10370' Höhe; Genssen steigen nicht so hoch, sie lieben als Nahrung die Soldanella und damit die Grenzsäume des ewigen Schnees. Vögel flogen noch in 13000' Höhe, Krähen, ein Adler, das Schneehuhn liess sich hören; häufiger waren Insekten, Mücken, Wespen, oft wohl nur soweit verschlagen, ein Schmetterling in 12000' Höhe, und in 9000' Höhe eine am Felsen geheftete Puppe. Die Sonne versank hinter dem Montblanc, dann erschien der Mond, es war die Stille des Todes; gegen Morgen weckte die Kälte. Schon das dunkle Morgenroth verkündete einen Regentag; nach 9 Uhr begann es zu schneien, man blieb den ganzen Tag unter über Steinen dürftig gebautem Zelte bei Feuer. In der zweiten

Nacht kam stürmisches Wetter, wie Sausen und Heulen des Rheinfalls, gegen 3 Uhr Morgens (28. Juli) machte der Sturm eine Pause, Stille trat ein, dann kehrte der Wind stossweise zurück, aus dem Gletscherthale herauf mit Getöse einer Lawine, die Felsen schienen zu beben; er zog vorbei, in der Ferne hallte er wie verrollender Donner; solche Orkane mögen wohl kaum auf dem Meere wüthen, nie hatte man Aehnliches in bewohnten Gegenden erlebt. Schlaf war nicht möglich. Die Kälte war gross, gegen Tagesanbruch war die Temperatur -11° .) Man gab die Absicht auf, das Finsteraarhorn zu ersteigen für diesmal, liess aber die Instrumente zurück, und schlug den Weg ein zum Grimsel-Spital. Am oberen Viescher-Gletscher hatte sich mittlerweile ein Eishügel gespalten, halb schwebend hing er oben, man durfte nicht unter ihm durchgehen. — Am 15. August wurde der Versuch wiederholt und gelang er. Man übernachtete an derselben Stelle; man ging am Morgen den 16. August an die östliche Seite des ungeheuren Granitthurms, an der Seite des Finsteraarhorn-Gletscher, man erreichte den „Bergschlund“, mühsam kroch man darüber hin vom Gletscher auf das feste Land, „denn bekanntlich schmelzen zunächst solchen Wänden Eis und Schnee am meisten ab, die Gletscher liegen daher nie oder selten dicht an die Felsenwand an, sondern umgeben die steilen Gipfel in dreissig bis vierzig Fuss Entfernung“; es wurden Tritte eingehauen, Alle an Seil gebunden; einmal kam man auch unter einem weit überhangenden Gletscherblock durch, der im schönsten Eisgrün prangte, indem säulenhafte Eiszapfen wie Stalaktiten herabhingen (als einige Monate später zwei der Führer auf der Gamsjagd wieder hierherkamen, war dieser ungeheure Eisblock hinab ins Thal gestürzt). Drei Führer erreichten wirklich die äusserste Spitze des Finsteraarhorn, einen schwarzen Felsen, wie ein Thurm aufsteigend, um 4 Uhr Nachmittags, oben ist ein scharfer Sattelrücken, das Eis darauf ist mehre Klafter mächtig; es wehte starker Wind, und die Kälte war schneidend. An der Westseite stieg man weit bequemer wieder hinunter. In der Nachthütte fehlte der Schlaf wegen Augenschmerzen, der Föhnwind**) brachte etwas Schnee und Athem-

*) Im Tieflande tritt bei einem gewissen Grade der Kälte, -7° oder -8° R., ein knirschendes Geräusch des Schnees unter den Fusstritten ein; vielleicht kann dies auch in der hohen Schneeregion als Andeutung der Temperatur dienen.

**) Wenn reiner Föhnwind, d. i. der Anti-Passat, angetroffen wird, wäre nicht unwahrscheinlich, dass er constant negativ elektrificirt sich erweist, und dies zu untersuchen mit einem einfachen Goldblättchen-Elektroskop wäre nicht schwierig.

beschwerden. — Am 24. August ging der Verfasser den Aletsch-Gletscher aufwärts zum Grünhorn. Aus der glänzenden Einöde steigt dieser Felsberg auf, wie eine Insel im Ocean, in den Ritzen hat einige Dammerde sich gesammelt und blühen unter kurzem Gras einzelne Blumen; hier bereitete man ein Hüttenzelt für mehre Tage Aufenthalt; es war ein warmer Tag, die Felsoberfläche war heiss beschienen, bis 35° R. An den folgenden Tagen war das Wetter wandelbar, mit Nebel, Regen und Schnee und die Kälte wurde strenger; nach drei Tagen ging man zurück nach den Steinhütten am Aletsch-See, und von dort nach dem Grimsel-Hospiz. — Die Gestalten der Gletscherwelt ändern sich alle Jahre, Eisgewölbe brechen zusammen; man sah Eismassen von hundert und mehr Fuss Dicke, auch diese bleiben nicht. Uebrigens lässt sich die Bereisung der Gletscher des Berner Oberlandes ohne Gefahr ausführen, z. B. auf dem Aletsch-Gletscher bis zum Sattel zwischen Jungfrau und Mönch, oder vom Grimsel-Hospiz nach mehreren Seiten hin. — Eine zweite Ersteigung des Jungfrau-Gipfels, 12870' hoch, unternahm Gottl. Meyer am 2. September 1812 (ein Jahr vorher die erste), über den Aletsch-Gletscher zum Grünhorn, wo übernachtet wurde, am andern Morgen von der Ostseite stieg man zum Gipfel; ein Führer wurde ohnmächtig; um 2 Uhr war man oben, der Barometerstand war 193'', die Temperatur der Luft 6° 0 R. (gleichzeitig in Aarau bez. 324'' und 14° 6 R.). Dann schwärmten Nebel heran, und man beeilte die Rückkehr.

Die Finsteraarhorn-Gruppe (die Schnee-region) 7600' bis 13030' hoch. Fr. J. Hugi, Naturhistorische Alpenreise 1830. — Ueber das Wesen der Gletscher und Winterreise in das Eismeer 1842. [Der Verfasser ist, was die Hoch-Regionen über der Firnlinie betrifft, einer der ersten und erfahrensten Kenner und, mit Ausschluss einzelner barocker Erklärungen, ein zuverlässiger Beobachter]. Wohl ausgerüstet für eine wissenschaftliche Reise in den Hochregionen der Berner Alpen verliess der Verfasser mehre Jahre hindurch im Juli oder August Solothurn, und ging über Lauterbrunn zum Rothale, nach der Strahleck, zum Finsteraarhorn bis zur Spitze, nach der Grimsel u. s. w. — Erst etwa in der Höhe von 10000' ist man genöthigt blaue Brillen und Schleier zum Schutz gegen das Sonnenlicht anzulegen, diese Nöthigung trat ein in solcher Höhe unabhängig vom Stande der Sonne, unterhalb 9500' Höhe niemals. Man übernachtete [in 10440' Höhe] auf dem Gehäng des Finsteraarhorn in einer von Glimmerplatten und Alpen-

stöcken bereiteten Hütte, zu acht Mann, in der Nacht war die Temperatur -8° , es stürmte und schneite. In dieser Höhe mangelt die Dämmerung, die Nacht und der Tag brechen rasch ein. Als man zur Spitze hinauf klimmte, sah man an einer Stelle mit einem steilen Gefäll von 60° die ganze Eislast bis auf den Grund abgerissen, indem der untere Theil zu Thal sich senkte, der obere aber hangen blieb [wie es scheint wieder ein Beispiel der Bergschründe am Gipfel, d. i. über einspringender Biegung des Bodens, wo die Spalte unten breiter werden muss, anstatt wie auf dem Firngürtel und Gletscher, d. i. über knieförmiger, vorspringender Biegung des Bodens, nach unten zu schmaler zu werden]. Schneewasser wird trinkbar und wohlschmeckend wenn man es nur 20 bis 30 Fuss lang über die Felsen herablaufen lässt, es nimmt so Luft und Kohlensäure auf. Um 12 Uhr war in 12700' Höhe -4° Kälte, der Schnee war während der Nacht völlig hart geworden und trug vollkommen. Das Wetter war klar, aber sehr stürmisch und kalt, die Kälte nahm zu, auf der Spitze waren nur -7° , dann -10° R. Es ist irrig zu meinen, man könne von den höchsten Bergspitzen eine klare deutliche Hinuntersicht in das Tiefland haben; im Gegentheil der Gesichtskreis wird immer enger, die Gegenstände zerfließen in magisches Dunkel; schon bei 10000' Höhe wird jeder Unbefangene den Gesichtskreis dunkel sich verengen finden. Man eilte nun wieder hinunter. In Bezug auf die Oberfläche des gesammten Eis-Gebiets schreitet man, (nach Einteilung des Verfassers) von unten nach oben: 1. über die Gletscher, 2. über die Krusten-Region, die nur schmal ist, nicht über 50' senkrechte Erhebung ansteigt, 3. über die Firn-Region, 4. über die Schnee-Region. — Im folgenden Jahre, 1832, wurde diese Bergfahrt zum Finsteraarhorn-Gipfel wiederholt, am 3. August; sie missglückte aber zuerst wegen eintretenden Sturms, dem später Schnee folgte; hier war es, wo der Verfasser einen jähren Abhang auf dem gefrorenen Firn mehrer hundert Fuss hinunterglitt und nur von dem vorausgegangenen Führer, nahe vor einem Schründe mit Riesenkraft aufgefangen wurde; dieser Eisschrund war etwa 10 Fuss breit, ging aber in unermessene Abgründe [dieser Eisschrund also scheint wieder eine dieser Gipfelspalten gewesen zu sein, mit zunehmender Breite nach unten, „divergirende Spalten“, wie sie über Einbiegungen des Bodens vorkommen, darum meist näher dem Gipfel]. Jedoch am 9. und 10. August gelang eine Auffahrt besser; man übernachtete wieder auf dem früheren Nachtlager [in den Tabellen

ersieht sich die Höhe zu 10440' bestimmt, leider ist der Verfasser sehr karg mit Angaben der Höhen] in heller Mondschein-Nacht; sie war so hell, dass man so gut wie am Tage schreiben konnte, und wenn bei Tage, wie gesagt, in grosser Höhe der Gesichtskreis sich enger zusammenzieht, sah man ihn nun ausserordentlich erweitert, man konnte im fernen Wallis sehr bestimmt auch weniger auffallende Formen unterscheiden, sogar einzelne Hütten an den penninischen Alpen; die ganze Kette des Montblanc prangte mit tausend Hörnern; dagegen war keine Spur von einem Fixsterne zu sehen. Die Oberfläche des Firnmeers hatte sich seit vorigem Jahre sehr geändert; die Hochfirne standen nun weit tiefer, Felsgestalten waren darunter hervorgetreten. Man erreichte die Spitze, 13030' hoch, um Mittag, das Wetter war das günstigste, ruhige Luft, aber kalt; die Temperatur war $-2^{\circ}.4$, das Barometer stand auf 16'' $.4$ (196'' $.4$). Man baute eine grosse Pyramide von Steinen und der Verfasser stellte ein Thermometrograph in einer Flasche auf [hierüber ist Ferneres nicht zu berichten]. Der Rückweg ging über den Oberaarhorn-Gletscher; dieser war im vorigen Jahre ausserordentlich zerrissen gewesen von Querschründen, während die oberen Firne keine Schründe zeigten; dies Jahr verhielt es sich umgekehrt, jene waren meist geschlossen, dagegen die Hochfirne scheusslich zerrissen; ein Gleiches zeigte der Unteraar-Gletscher. [Liegt die Ursache der Spaltung in einer Biegung des Bodens, sei diese ein- oder aber ausbiegend, so müssen die Spalten an solchen Stellen bleibend vorkommen, und später, nachdem die fortrückende Eismasse solche Stellen überschritten hat, wieder sich schliessen, wobei die neuerlich gefundene Regelation bei 0° wirksam ist, aber die Ursache kann auch liegen in zeitlicher Anhäufung von Eismasse. Wenn man etwas oberhalb der Firnlinie [7600' vom Verfasser angenommen] in die Tiefe gräbt, findet man schon in einigen Fuss Tiefe den Firn gletscherartig werden; das Gletschereis besitzt eine körnige Structur, und diese Körner werden grösser sowohl nach der senkrechten Tiefe hin wie nach dem unteren Ende des Gletschers hin; wenn man aber in einer Höhe von etwa 12000' in die Schneedecke gräbt, findet man erst in den unteren Schichten den Schnee gletscherartig werden. [Bedarf man mehr zum Beweise der Annahme, dass nicht etwa bei der Firnlinie das Eis sich bildet, sondern unter dem ganzen Schneemantel der Bergrücken, auch schon auf den hohen Kuppen, als ein Eispanzer lagert, in welchen der Schneemantel allmählig übergeht?] Die Gletscher-Structur zeigt ausserdem eine

Schichtung; oben nur $\frac{1}{2}$ bis 2 Fuss dick, nehmen die Schichten nach unten hin zu und zeigen die mittlere Mächtigkeit von 8 Fuss, meist parallel mit der Oberfläche, ausser bei ungleichem Abschmelzen; bei abgelösten Blöcken, welche umgestürzt die Stratification senkrecht zeigten, liessen sich die Schichten sogar leicht lösen, wie blattweise, und dabei bogen sich die einzelnen um und rollten sich auf [?]. — Von dem Schneefall und den Lawinen sagt der Verfasser: „Den möchte ich sehen, der je oberhalb der Firnlinie die Spur einer gestürzten Lawine gesehen hat; man müsste sie hier um so eher antreffen, weil sie hier nicht wegschmelzen würden. Die Lawinen sind nur in den mittleren Regionen, um die Grenze der Holz-Vegetation“. [5700' bis 6700' hoch, nach dem Verfasser.]*) Die höchsten Kämme und Hörner erfahren, wie es scheint, nur ein trocknes Schneestöbern, sie sind erhaben über die Wolkenschicht; in einer Höhe über 10000' fallen keine grossen Flocken mehr [d. h. nicht einmal im Sommer, der Verfasser spricht von seinen „mehrjährigen Firnwanderungen“], was nur in dampfreicherer Atmosphäre zu geschehen pflegt; bei Schneefall nahm immer dessen Menge wie die Flockengestalt in der Tiefe zu. Auch scheint, aus manchen Andeutungen zu schliessen, der Winter in jenen Höhen nicht geneigt zu Schneebildung zu sein, sondern nur der Frühling und Herbst; die grösste Schneemenge legt sich um die Grenze der Bäume [etwa 6700' hoch], dann nimmt sie ab, nach der Höhe weit mehr als nach der Tiefe; das wird jeder Gebirgsforscher bezeugen. Deshalb sind die Hochfirne überhaupt so wenig mächtig. Die s. g. Firnlinie, d. i. die Schneegrenze auf den Gletschern, liegt merkwürdig durchgehends in gleicher Höhe; wenn die Grenze der Phanerogamen-Vegetation zwischen 9000' und 11000' Höhe schwankt, die der Holz-Vegetation zwischen 5700' und 6700', die Schneelinie, auf nacktem Gebirgsboden, zwischen 6000' und 12000' [im Mittel 8200'], so sehen wir die Firnlinie auf den Gletschern ohne Unterschied in gleicher Höhe erscheinen [im Sommer in 7600' Höhe, nach dem Verfasser]; sie hängt vielleicht auch ab von der Trockenheit der Luft [genauer Evaporationskraft]. In der Höhe über 10000' bemerkte man oft

*) Doch werden Schneerutsche, von frisch gefallenem Schnee auf der Nachts gefrorenen Kruste, öfters erwähnt und gefürchtet, selbst auf dem obersten Gürtel (s. Montblanc von Hamel). Der Schnee der grossen Lawinen hat eine gewisse Feuchtigkeit und eine Temperatur nahe dem Schmelzpunkte; in den höheren Regionen ist der Schnee zu kalt, trocken und fein, mehlartig.

bei (momentaner) Wärme von 15° bis 20° R. des Mittags doch kein eigentliches Schmelzen, wie an der Firnlinie; der frische Schnee rundet sich zu feinkörnigem Pulver, der ältere Firn lockert sich mehre Fuss tief auf, zerfallend in die Form von Hanfkörnern, die Nacht wieder gefrierend. Es scheint, die Firnlinie bezeichnet auch eine neue reinere Schicht der Atmosphäre. — Unter den Spalten oder Schründen unterscheidet der Verfasser obere und untere; die oberen sind immer an der Oberfläche am breitesten, nach unten laufen sie keilförmig zusammen; im Hochfirn aber ist keine obere Spaltenbildung möglich, insofern die obere Masse noch kein Eis ist; es ist eine allgemeine und unleugbare Thatsache, dass im Hochfirne jede Spaltung auf ihrem Grunde weiter ist und nach oben hin keilförmig sich verengt, und eben so wahr ist, dass diese Firnschründe viel weiter und schrecklicher sind als die nach unten hin sich verengernden Gletscherschründe, auch schliessen sie sich nicht im Winter. [Dass deren Bildung von der Boden-Configuration abhängen könne und müsse, hat der Verfasser noch nicht hinzugefügt; auch ist wohl nicht „jede“ Spalte zu sagen]. Dass auch in der höchsten Firnregion die Firnmasse nach der Tiefe hin zunehmend sich in einander füge und gletscherartig werde, wird wiederholt; auch der 13000' hoch befindliche Firnschnee ist auf seinem Grunde schon gletscherartig, aber erst in der Nähe der Firnlinie erreicht diese Bildung die Oberfläche (d. h. schwindet der Schnee). Diese richtige Vorstellung müsste mehr festgehalten werden. Indessen findet sie sich schon völlig bestimmt ausgesprochen von Charpentier (Essai sur les glaciers 1841 S. 3): „La plupart des hauts névés, sinon tous, ne sont de vrais névés qu'à leur surface, car dans leur intérieur ils deviennent glaciers.“ Es gehört aber noch dazu, auch den Druck als wirkende Ursache dabei zu denken]. Der Verfasser bemerkt nun selbst, bei Gletschern, die fast horizontal liegen, wie der Unteraar- und Aletsch-Gletscher, würde man nie breite Schründe finden, „je mehr aber der Abhang sich senkt, desto mehr pflegen sie sich zu erweitern.“

Der Grindelwald-Gletscher im Winter (Temperatur des Gletschers) 7600' Höhe (ibidem). Im Januar 1832 unternahm der Verfasser eine Winter-Bergfahrt, in der Hoffnung, auf dem Schnee Stellen erreichen zu können, die im Sommer bei tieferem Stande des Firns unzugänglich sind. Am 2. Januar war die Kälte streng und die Fahrt auf dem Thuner See wegen des heftigen

Ostwindes und des Eises sehr schwierig. Am folgenden Tage war das Wetter kalt, neblig und windig; man wanderte das Grindelwald-Thal aufwärts und in einiger Höhe trat man aus dem Nebelmeer hinaus in reine Luft; unten lag die Oberfläche des krausen, wild bewegten Nebelmeers; das Thal mit seinen vielen zerstreuten Häusern und Alphütten lag unter dichter Schneedecke; links hoben sich die Schneehalden bis zum Simali- und Faulhorn, weiter vorn zur Scheideck, rechts strebten der Eiger und der Mettenberg empor aus der Schneehülle und zwischen ihnen herab drängten sich die zwei Gletscher. Am 4. Januar war die Kälte -10° bis -12° R., in der Nacht nur um 2 bis 3 Grad stärker [die Höhe ist etwa 3100'], die Luft war hell und trocken. Am 8. Januar begann das Aufsteigen auf den Gletscher, mit Fusseisen, zunächst den Flügen entlang, die Temperatur des Thals war -12° R.; um 3 $\frac{1}{2}$ Uhr erreichte man die Hütte von Stieregg, unter Schnee vergraben, hier blieb man die Nacht, das Thermometrograph zeigte am Morgen als Minimum -20° R., aber in der Tiefe unter dem Schnee war es warm genug gewesen, um das Feuer ausgehen zu lassen. Hier verweilte man 13 Tage [leider ist über die Höhe nichts Genaues angegeben, aber vermuthlich war sie etwa 7600', d. i. auf der Firnlinie, so hoch wie das St. Bernhard-Hospiz]. Die ersten 8 Tage des Aufenthalts schwankte die Kälte zwischen -12° und -20° , nur einmal fiel sie bei Tage unter -20° , Hygrometer und Psychrometer zeigten anhaltend ausserordentlich grosse Trockenheit. Am 12. Januar unternahm der Verfasser eine Bewanderung der höheren Regionen, zur Strahleck, zunächst den Fuss der Schreckhörner entlang. Den Kamm der Strahleck erreichte man um Mittag [11230' hoch]; hier hatte man nach Süden das Firnmeer des Finsteraarhorn; der Gesichtskreis war beengt; dies ist immer ein Zeichen geringer Dampfmenge in der Luft, das weiss jeder Besucher der Alpen- und Gletscherregionen; auch für die flache Schweiz ist die Erfahrung gültig, so lange bei heiterer Witterung die Schnee-Alpen unbestimmt sichtbar sind, erwartet man nicht schlechtes Wetter, aber wenn sie hervortreten scharf und deutlich, dann wird regnerische Witterung eintreten*). Darauf ging es zum Wolchergrat. Hier am Zäsenberg [8550' hoch] konnte man nicht übernachten ohne

*) Das heisst denn doch, in letzterem Falle ist mehr Dampf in der Atmosphäre, oder auch eine bis zu gewissem Grade höhere Saturation; dies kann local sein oder allgemein; wenn der continentale nordöstliche Strom herrscht, wird immer der Dampf mangeln.

Schutz, die Kälte nahm ausserordentlich zu, man musste zurück nach Stieregg. Im Allgemeinen überdeckt im Winter die Schneedecke Felsen und Schründe, ist dabei felsenhart und erleichtert das Ueberschreiten; doch stellenweise ist der Weg dadurch verschlimmert. Zahlreiche Schründe fanden sich beim Zusammenfluss des vom Kalli herabsteigenden Gletschers mit dem Grindelwalder „Eismeer“, und diese waren nicht vom Schnee ausgefüllt oder überdeckt; man musste sich an Seilen hinunterlassen. — Am folgenden Tage untersuchte man die Gletscherschründe näher [diese Beobachtungen sind für die Temperatur uns sehr werthvoll, es war unserer Annahme nach in 7600' Höhe, also gerade auf der sommerlichen Firngrenze]. Alle Schründe verengten sich nach unten, waren sie oben auch gegen 20' breit, schlossen sie sich doch in einer Tiefe von 60' bis 80' so, dass ein Mensch nicht tiefer eindringen konnte; in der Tiefe lag Schnee; nur zweimal gelang es dem Verfasser durch die ganze Mächtigkeit des Gletschers den Boden zu erreichen, in einer Tiefe von 114 und von 161 Fuss; der Gletscher ruhte hier unmittelbar auf dem Boden. Was die Temperatur betrifft, so war damals die der äusseren Luft -12° bis -15° R., in der Tiefe der Schründe hatte das Eis -4° bis -5° , aber nach dem Innern zu näherte sie sich immer mehr dem 0-Grade, ja Thermometrographen 4 Fuss weit eingeführt zeigten immer 0° oder nur etwas darunter [dies war also in einer Tiefe unter der Oberfläche, die etwa zu 50 Fuss angenommen werden darf, und diese Beobachtung ist ein schönes, bis jetzt einziges Zeugniß für die Erwartung, dass auch im Winter im Innern des Gletschers die Temperatur von 0° bleibend ist]. Trotzdem herrschte unten eine für das Gefühl schauerliche Kälte, die nicht zu erklären ist, denn die Luft zeigte hygrometrisch sehr trockne Beschaffenheit, auch war kein Luftzug da. Der Schnee auf der Oberfläche, etwa vor drei Wochen gefallen, war, wie gesagt, eine harte Masse geworden, aber noch sehr weiss und nicht körniger Firn, dagegen der Schnee in den Tiefen der Schründe war keine feste Masse geworden, sondern wie trockner grobkörniger Sand [weil er die strengste Kälte nicht erfuhr oder weil er die Sonnenstrahlen nicht erfuhr?]. — Am dreizehnten Tage des Aufenthalts änderte sich das Wetter, der Föhn brachte Wärme und Regen, man musste den Rückweg antreten nach Grindelwald. Da aber am folgenden Tage wieder Kälte eintrat, beschloss man einen Besuch auf dem Faulhorn. An-

fangs ging es gut über harten Schnee, aber in 6000' Höhe kam man über die Wolkenschicht in die warme Sonne und der Schnee erweichte. Drei Tage musste man auf der Spitze [8250' hoch] in der Hütte warten, bis ein kalter Morgen durch Erhärten der Schneefelder erlöste. — [Mehrere Bemerkungen des Verfassers mögen noch folgen]. Der Hochschnee erhält Eigenthümlichkeiten in Folge der grossen Trockenheit [und der intensiven Evaporationskraft] der hohen Luftschichten; in über 10000' Höhe wird man den Schnee nie oder kaum in Flocken fallen sehen, sondern als isolirte Nadeln und Sternchen, auch fällt die grösste Menge in den Berner Alpen etwa in 7000' Fuss Höhe, in dieser Mittelregion sind auch die Lawinen. Der Schnee über der Firnlinie (Firnschnee) körnt sich weil er abwechselnd thaut und wieder friert, der Firnschnee körnt sich schneller (und feiner) bei gleicher Temperatur und schmilzt in diesem Zustande schwerer als der Tiefschnee, weil schon das erste Schmelzwasser verdunstet; der Schnee unterhalb der Firnlinie (7600' hoch) schmilzt auf dem Gletscher im Sommer ganz weg, aber über der Firnlinie nur eine obere Schicht davon, was dann noch nach dem Sommer übrig geblieben ist geht in Firn über, d. h. zeigt eine bestimmtere Körnung; im zweiten Sommer werden diese Körner des Firns des Nachts zu einer harten Masse verbunden, die bei Tage sich auflockert und wie grober Sand auseinander fällt, indem die Körner selbst nicht schmelzen; diese Beschaffenheit behält auch das Gletschereis, es lockert sich in höherer Temperatur auseinander und zeigt seine Korn-Structur. Der Firn ist also der mehr als einjährige gekörnte Hochschnee. Betrachten wir einmal näher die ganze Schnee- und Eisdecke auf der Oberfläche und in ihrem Innern. Auf der Oberfläche ist von der höchsten Region abwärts bis etwa 10000' Höhe der Firnschnee weiss, fein, etwa nur 1 bis 2 Linien im Durchmesser, und porös, luftgefüllt, der Verfasser erkannte sogar mikroskopisch Rinde und Kern, jene ist poröser und weisser, dieser compakter; unterhalb 10000' Höhe schwindet allmählig das weisse Ansehen, die einzelnen Körner spielen schon etwas in das Bläuliche, sind auch schon grösser und dann ist eine Rinden- und Kernmasse kaum mehr zu unterscheiden; nahe der Firnlinie, zwischen 8000' und 7600' Höhe, sind die Körner bedeutend grösser geworden (wie Hanfsaamen). Wenn man das ganze Schneelager im Innern, in senkrechter Richtung betrachtet, so findet man auf den Gipfeln und Kuppen, über 11000' hoch, ist die ewige Eisdecke nur von geringer Mächtigkeit,

[mit Unterschied, auf dem Monterosa fand sich die mächtige Eishöhle in 13100' Höhe, die Möglichkeit der Eisbildung mindert sich nicht], weiter abwärts nimmt sie zu und erreicht etwa um die Firnlinie die grösste Dicke; auf den grössten Höhen z. B. auf dem Finsteraarhorn und Schreckhorn findet man bis auf den Grund des Lagers, d. i. bis einige Klafter tief, 12' bis 14', nur Schnee oder den feinen Firn; in 10000' Höhe geht der Firn von der Oberfläche nach unten hin bei 12' bis 18' Tiefe allmählig in Gletschereis über, in 8000' Höhe beginnt das Eis schon wenige Fuss tief unter der Oberfläche des hier so groben Firns, und in 7600' Fuss endlich liegt (im Sommer) das Gletschereis frei. Wenn man in etwas über 10000' Fuss Höhe im Sommer die jüngste Schneeschicht weggräbt, stösst man auf die schon jährige Schicht, d. i. sehr bestimmt körniger Firn; darunter kommt die noch ältere Schicht von noch bestimmterem Korn; so geht es fort, schichtenweise, bis entschieden Gletschermasse eintritt und das Ganze ins Bläuliche spielt.

In der Hochregion, der Verfasser meint hier ungefähr 12000' Höhe, ist wohl zu unterscheiden das stellenweise unter den Sonnenstrahlen sich bildende wirkliche Wassereis, dies entsteht durch Schmelzen dünner Schneelage auf dem erhitzten Felsen. Regen ist jedoch in den Hochregionen eine ausserordentliche Seltenheit, alle Niederschläge erschienen in diesen Höhen als Schneeriesel, von denen Verfasser sehr oft überfallen ist, während der heissesten Jahres- und Tageszeit; die Temperatur fand er hier oben fast immer bleibend unter dem Gefrierpunkte oder doch nur wenig darüber sich erhebend. Es herrscht aber zugleich eine ausserordentliche atmosphärische Trockenheit [intensive Evaporationskraft], selbst bei dem erwähnten Schneerieseln und sogar wenn Nebel die Hörner umhüllen; nur wenn die Wolkenlasten rasch aufstiegen trat momentan bedeutende Feuchtigkeit ein, sogar mit einigen Flocken, die aber bald in Riesel übergingen oder in die trockne pulverige Masse dieser Höhen, aus denen auch keine Schneeballen sich formen lassen. Man kann annehmen, wiederholt der Verfasser, dass in 12000' Höhe beinahe anhaltend eine niedrige Temperatur herrscht und dass das hier etwa momentan auf dem Firn sich bildende wenige flüssige Wasser durch Verdunsten verschwindet. Anders verhält es sich in um 2000' bis 3000' geringerer Höhe [also bis unterhalb 10000'; es ergiebt sich immer mehr

als nothwendig, die gesammte Region der Hochalpen ferner einzutheilen, und zwar 1. von 7600' (Firnlinie) bis 10000', Firngürtel, 2. von 10000' bis 12000', mittlere Firn-Region und 3. von 12000' bis 14000', höchste Firn-Region, letztere auch athermische, azoische und regenlose zu nennen]. — Die Spalten oder Schründe der Gletscher sind im Winter mehr oder weniger mit Schnee überbrückt; oberhalb der Firnlinie findet sich Aehnliches auch im Sommer; weiter nach oben hin werden sie seltner [gewiss ist hierbei die Configuration des Bodens bestimmend, warum sollten auch sonst die Spalten meist quer gerichtet sein; in einer gewissen mittleren Höhe eines Gebirges wird aber gewöhnlich das Gehäng sohliger, sogar muldenförmig, deshalb ohne Spalten], noch weiter hinauf werden die Spalten äusserst selten, und wo unter dem Firn kein Eis sich mehr findet, hören sie ganz auf [aber noch einmal ist zu erinnern, dass man grosse Eismassen in Höhlenspalten auf dem Monte Rosa doch noch in gleicher Höhe mit der Spitze des Finsteraarhorn angetroffen hat, 13100' hoch]. Seine frühere Ansicht vom Bestehen auch unterer Schründe erklärt der Verfasser nun für irrig [dies bezieht sich nur auf die Gletscher, denn der Verfasser sagte früher, s. Naturhistor. Reisen S. 357: „es ist eine allgemeine und unleugbare Thatsache, dass im Hochfirn jede Spalte auf dem Grunde weit ist und dann keilförmig nach oben sich verengt“ (zu anderen Bekennern solcher Vorstellung ist auch die Agassiz'sche Untersuchungs-Gesellschaft zu rechnen); wenn aber auch für die höheren Firnregionen dies gelten sollte, so muss man doch die Ansicht festhalten, dass in der Gegend, wo die Gipfel schroff aufzusteigen beginnen, der Boden also eine Bucht bildet, eine Trennung der Eislage auch an ihrer Unterfläche erfolgen kann, wodurch die gefundenen Höhlen entstehen, ja allein erklärlich werden. Diese „Bergschründe“ könnte man „divergirende Spalten“ nennen, die gewöhnlichen aber convergirende]. Die Temperatur des Gletschereises ist allenthalben in der inneren Masse nahe dem Gefrierpunkte, nur in der Oberfläche fluctuirt sie etwas; auch am Boden ist die Temperatur im Winter nahe dem Frostpunkte ohne Variationen, und ebenso im Sommer.*) Bei einer Winterkälte von -15° R. wurde die innere Temperatur

*) Nun folgt eine der werthvollsten Beobachtungen, die wir über die Temperatur des Gletschers überhaupt besitzen, und lieferte übereinstimmendes Ergebniss mit Agassiz Befunden und mit der Theorie.

eines Gletschers untersucht, sie war unmittelbar auf der Oberfläche unter Schneelage -4° bis -5° , in 3 Zoll Tiefe -1° bis $-1\frac{3}{4}^{\circ}$, in einigen Fuss Tiefe $-0^{\circ}.29$ und auch bis 10 Fuss Tiefe bleibend $-0^{\circ}.29$; in der aufliegenden Schneelage war sie geringer, aber steigend nach unten. [Auch Agassiz fand im Sommer in 25' Tiefe die innere Gletscher-Temperatur $-0^{\circ}.33$, der Verfasser fand sie immer ebenso, nur um ein Geringes höher, $-0^{\circ}.28$ bis $-0^{\circ}.29$. Da aber anerkannt ist, dass im Sommer während des Tages die Oberfläche von Schmelzbächen überrieselt wird, welche stellenweise in die Spalten sich ergiessen und so an die Unterfläche gelangen, müssen eben diese Wasser wenigstens bei ihren Berührungsflächen die Temperatur zu 0° erheben und verbreiten]. Im Gletscherthor am Ende des Gletschers, wo der untere Gletscherbach ausfließt, in das man ohne Gefahr eintreten, das man weiter verfolgen kann und das wechselnd bis 10' Höhe erreicht, hatte die Luft (im Sommer) immer eine Temperatur von 4° bis 6° Wärme, und war sie saturirt mit Dampfmenge.

Auf dem Finsteraarhorn-Gletscher und dem Schreckhorn (Temperatur des Gletschers) 7500' und 12500' hoch. Agassiz, Geologische Alpenreisen, unter Agassiz's Mitwirkung von Desor, übers. von C. Vogt 1844. [Hieraus nehmen wir einige Angaben aus der berühmt gewordenen Gletscherhütte auf dem Unteraarhorn-Gletscher, 7500' hoch, an der südlichen Seite der Finsteraarhorn-Gruppe]. „Es muss in jenen Regionen etwas Tonisches und doch zugleich Frohes in der Luft liegen, denn selbst nach unserem Besuche des Jungfrauhorns fanden wir unsern Aufenthalt im Hôtel des Neuchâtelois, der vier Wochen dauerte, bei manchem Sturme und mancher Kälte, angenehm und vorzüglicher als alle Wirthshäuser; ich erinnere mich keines langweiligen Augenblicks“ [wohin müssen nun Melancholiker gehen?]. Agassiz unterscheidet die ganze Schneeregion, oberhalb des eigentlichen Gletschers, auf welchem letzteren der im Winter gefallne Schnee im Sommer bis etwa 8000' Höhe wieder wegschmilzt: 1. in den Firn, der die hohen Thäler ausfüllt und dessen Oberfläche gekörneter Schnee ist, 2. in die Schneefelder oder den Hochschnee, welcher die hohen Grate bedeckt, oft in pulverigem Zustande; die Grenze zwischen den Firnfeldern und Hoch-Schneefeldern liegt etwa zwischen 9000' und 10000' Höhe [mit anderen Namen kann man hier unterscheiden: 1. Firngürtel, von 7600' bis 10000' hoch, 2. mittlere Firnregion, von 10000' bis 12000' hoch, 3. höchste Firn-

region, 12000' bis 14700' hoch, auch „athermische“ zu nennen]; erstere haben noch nicht die glänzende Weisse des Schnees und ihre Oberfläche bildet eine concave muldenartige einförmige Fläche; letztere aber zeichnen sich schon in der Ferne aus durch ihre glänzende Weisse und sie bekleiden nur die hohen Firsten, selten Thäler ausfüllend [es kommt dabei auf die Höhe an, ohne Rücksicht auf die Gestalt der Berge, auf den höheren Bergen, Montblanc und Monterosa, lagert doch auch der Hochschnee noch auf sohligem Boden, in Mulden und auf domförmiger Unterlage, noch unterhalb der Spitzen]. Schon längst wären alle hohen Alpenthäler mit Eis erfüllt, wenn nicht die in den Hochregionen gefallenen Schneemassen in tiefere Regionen vorrückten indem sie allmählig durch Schmelzen zergehen [etwa wie eine von unten her mässig erwärmte Wachsmasse kann man dies sich denken]. Je geneigter ein Gletscher ist, desto mehr Spalten oder Schründe hat er. Die Temperatur der äusseren Luft dringt nur bis wenige Fuss in die Gletscher ein; das Innere der Masse hat eine fast constante Temperatur von 0° oder einigen Zehnteln darunter; während mehrerer Sommer täglich wiederholte Versuche haben beständig dies Ergebniss geliefert, in den Tiefen von 25, 50, 100, 200 Fuss (die Gletscher sind aber noch mächtiger, auf dem Aar-Gletscher giebt es Löcher von 750' Tiefe) zeigte das Thermometer 0° bis $-0^{\circ}.25$ und $-0^{\circ}.32$ R.; selbst ein im Winter in 25' Tiefe eingesenkter Thermometrograph ergab als absolutes Minimum nur $-0^{\circ}.25$ [während ein aussen in freier Luft gelassenes Instrument -25° und ein anderes im Grimsel-Hospital (in freilich geringerer Höhe, 5750') wenigstens -18° nachwies].*) Nur der Schnee der Hochregion dient zur Ernährung der Gletscher.

Einige der nahen Hörner wurden besucht. Das Ewigschneehorn, 11670' hoch, ist nicht schwer zu ersteigen. Nach Norden bietet sich vom Gipfel ab eine Aussicht auf weite Schneefelder; besonders auffallend war die grosse Spalte, welche die Hochländer den „Bergschrund“ nennen, längs den Wänden hinlaufend; der Bergschrund findet sich an den Gehängen aller hohen mit Schnee bedeckten Spitzen, er lässt sich überall leicht

*) Bei einem Winterbesuche dieses Gletscherstandorts, im Februar 1841, zeigte sich hier die Temperatur der Luft von geringer Kälte $-0^{\circ}.2$, das Schneelager in 8' Tiefe $-4^{\circ}.0$, das Minimum war höher als im Tieflande.

wieder erkennen, er ist meist in der Nähe des Gipfels und folgt dessen Umrissen; oft ist er 30 bis 40 Fuss breit und setzt die grössten Schwierigkeiten dem Ersteigen entgegen, selten lässt er sich ohne Leiter ersteigen; er entsteht nicht wie die Schründe des eigentlichen Gletschers durch Zerreißen der Masse, wahrscheinlich ist er nur eine einfache Continuitätstrennung, da er sich meist an den steilsten Stellen der Abhänge befindet [seitliche Wand-Schründe dieser Art werden auch erklärt aus Rückstrahlung der von der Sonne um Mittag erwärmten Felswand]. — Das Schreckhorn war damals noch eines der unbestiegenen Hörner; am 8. August 1842 unternahmen die Ersteigung drei Naturforscher mit fünf Führern, über den Strahleck-Sattel. Aus Erfahrung wusste man, dass die günstigsten Tage stets die auf Regentage folgenden sind, dann ist die Atmosphäre weit durchsichtiger als gewöhnlich. Der Gletscher war Anfangs steil, wurde aber weiter oben flacher, wie alle höheren Schneefelder [d. h. wie alle Bergbildung]. Man gelangte auf die Spitze um 3 Uhr, doch war eine nördliche noch etwas höher (90 Fuss), die Temperatur war 2⁰.0 bis 2⁰.5 R., das Saussure'sche Hygrometer zeigte 42,*) [die Höhe ist 12500']. In 12000' Höhe fand sich bei dieser Temperatur Wasser reichlich auf dem Eise; dies Hocheis ist weit fester und durchsichtiger als das tiefer, unter Firn und Schnee liegende Firneis, jenes ist aus Wasser dilekt gefroren, dies letztere aus gepressten Schneenadeln entstanden]. Auf dem Felsen der Spitze, Gneiss und Gneisschiefer, traf man Flechten, dieselben Arten wie auf der Jungfrau, und dann in 11000' Höhe wurden noch einige blasse *ranunculus glacialis* gefunden.**)

Auf dem Finsteraarhorn (13290' hoch), J. Tyndall, *The glaciers of the Alps*, 1860. Am 3. August 1858 unternahm der Verfasser eine Besteigung von der Südseite aus, mit nur einem Führer. Uebernachtet war in einer Grotte des Faulberg auf Heulager, der Siedepunkt war hier 196⁰ F. [73⁰ R., also etwa in 7500' Höhe]. Um 3 Uhr Morgens betrat man den Viescher-Gletscher; das Finsteraarhorn stand gerade gegenüber; der Gipfel hatte eine Wolkenkappe, der Wind war nördlich, der Himmel sonst heiter; das Firnfeld war sehr steil und so fest, dass Tritte einzuhauen

*) Also diesmal, wider andere Erfahrungen, niedriger Mittagsstand.

**) Exceptionel insofern man in 10000' Höhe die Grenze der Phanerogamen annimmt.

waren. Die Sonne schien nun stark und nöthigte die Schleier und Augengläser anzulegen; manchmal wurde der Weg auf Felsen gewählt. Man sah nieder auf das Agassiz'sche Beobachtungs-Gebiet, auf die Vereinigung des Lauteraar- und Finsteraar-Gletschers, beim „Abschwung“, wo das Hôtel des Neuchâtelois stand und der Pavillon von Dollfus, auf der mittleren Moräne. Man erreichte den Gipfel bei blauem Himmels-Dome und zu den Füßen lag eine Welt von Bergen, Gletschern und Wolken. Hier hielt der Verfasser einen Schlaf von 5 Minuten, der erquickend war, gegen das Vorurtheil, er sei tödtlich [mit Unterscheidung, als Symptom der Erstarrung durch Kälte ist er tödtlich]. Der Siedepunkt zeigte sich bei 187° F. ($68^{\circ}.8$ R.) [die höchste Spitze gilt für 13290' hoch]. Die Absicht, die Intensität der Sonnenstrahlung hier zu messen, wurde vereitelt durch dünne Nebelschleier; ein Minimum-Thermometer wurde ausgelegt. (Im folgenden Jahre von demselben Führer wieder gefunden, 23. August 1859, doch leider wurde der Befund unsicher gemacht durch unvorsichtige Bewegung des Instruments, es zeigte -24° R. [so tief ist kein Minimum auf dem St. Bernhard, 7550' hoch, bekannt, nur bis -21° ; indessen von solcher Höhe, 13290' hoch, kennt man keine andere Beobachtungen zur Vergleichung, daher ist dies Fehlschlagen um so mehr zu bedauern]; man fand damals die Luft-Temperatur, zwischen $10\frac{1}{2}$ und 12 Uhr, ziemlich hoch, zu 4° R.). Der Rückweg war schwierig, wegen der Steilheit des Gefälls; der Verfasser war dabei mit seinen Führern durch ein Seil verbunden; der Schnee war nun erweicht [wie gewöhnlich von den Gipfel-Besteigungen am Mittag gemeldet wird, ein eigentliches Schmelzen scheint dabei nicht immer Statt zu finden, dies findet man noch nicht hinreichend untersucht, es ist hier die Rede nur vom Firngürtel, vom Hoch-Schnee]; an anderen Stellen war die Eiskruste geblieben und manchmal wurde der Weg rutschend abwärts gemacht. — Der Verfasser äussert später, S. 251, seine gewiss richtige Ansicht, dass die Eisbildung der Gletscher nicht allein zu erklären sei aus dem Schmelzen der Schneelage der Oberfläche mit Infiltration des Schneewassers und Gefrieren dieses, zu körnigem Firn u. s. w., sondern dass auch als zweiter Factor der Druck bei dieser Glacification mitwirkend zu denken sei. Dies hat er öfters durch Versuche erprobt und selbst den Londoner Schnee zu Eisplatten gepresst. Diese Ansicht wird unterstützt durch die Vermuthung oder Entdeckung W. Thomsons, das Eis unter Druck, der ja der Ausdehnung schon

entgegenwirkt, nicht ganz der Steigerung der Temperatur bis 0° bedürfe, um zu schmelzen, d. h. auch sich zu verdichten.

Die Ergebnisse seiner Untersuchungen über Gletscher stellt der Verfasser am Ende seines Buches zusammen. Gletscher entstehen von Gebirgs-Schnee, der durch Druck zu Eis consolidirt ist; die Compressibilität ist auch dann noch vorhanden, wenn so zu nennendes wirkliches Eis dadurch gebildet ist; das Eislager der hohen Gebirge steigt abwärts, theils durch Gleiten längs dem Boden, theils durch Schmiegsamkeit (yielding) der Masse selbst; der mittlere Theil bewegt sich rascher vor als die seitlichen, und auch die Oberfläche rascher als die unteren Schichten, wie bei Flüssen; Eis lässt sich zu Formen pressen, wenn es nahe dem Frierpunkte temperirt ist, aber bei mehreren Graden unter dem Frierpunkte zerbricht es bei Druck in weisses Pulver [doch muss man auch auf den höchsten Theilen der Alpen, wo vielleicht die mittlere Temperatur des Eis-lagers nur -10° beträgt, noch Eisbildung durch Druck des Schnees annehmen]; zwei Eisstücke von 0° Temperatur, mit feuchter Oberfläche frieren bei Berührung schon zusammen, Regelation; das als bildsam bezeichnete Eis ist doch unfähig gedehnt zu werden [man kann vielleicht sagen, das Eis ist compressibel, aber nicht oder sehr wenig dilatabel, dafür spricht das Ganze des Verhaltens, daher entstehen die Spalten]; durch Regelation verbinden sich zusammenfließende Gletscherströme, und heilen auch die Spalten; Viscosität ist dem Eise insofern abzusprechen, wie sie zwar bei Druck sich zeigt, aber nicht da wo Dehnung eintritt, dann bricht die Eismasse; das ist die Ursache der Spalten, diese sind unterschieden in transversale, longitudinale und marginale. [Bei den vielen Verdiensten des Verfassers um die Gletscherkunde (und Glaciologie überhaupt) vermissen wir doch Berücksichtigung der Temperatur-Verhältnisse des hohen Eis-lagers im Ganzen. Daher hat er später für möglich gehalten, die dereinst grössere Ausdehnung der Gletscher habe die Thäler durch Fortrutschen gebildet und dadurch das Klima wärmer gemacht, da doch mit dem breiteren Boden auch die Sommer-Temperaturlinien aufsteigen].

Auf dem Jungfrauhorn, Gipfel (12870' hoch). E. Desor, die Besteigung des Jungfrauhorns durch Agassiz und seine Gefährten. Aus dem Französ. von C. Vogt. 1842. [Die erfahrenen Kenner der Gletscherwelt unternahmen am 28. August 1841 gemeinsam diesen Besuch der höchsten Schnee-Region, Agassiz, Forbes, Desor u. A.] Aus der Einleitung sind zuvor werthvolle

Bemerkungen des Uebersetzers anzuführen. Es ist eine alte (aber stets wieder hartnäckig bestrittene) Wahrheit, dass Eis auch auf den höchsten Gipfeln sich vorfindet, und demnach auch in jenen Höhen, wo die mittlere Temperatur des Sommers weit unter dem Gefrierpunkte steht, Wasser sich bilden kann; dies wurde auf's Neue bestätigt [dem ist nun hinzuzufügen, dass das Eis auch allein durch Druck, selbst ohne Schmelzen aus dem Schnee direkt gebildet wird. Hierüber sagt J. Tyndall mit Recht (The glaciers of the Alps, 1860, S. 251): „früher wurde dafür gehalten, dass der Schnee der Gebirge umgewandelt werde in das Gletschereis mittelst des Prozesses von Schmelzen und Frieren. Aber die gefrorne Schicht des Firnschnees gleicht noch nicht Gletschereis; erst in den tieferen Theilen des Firns finden wir eine Annäherung an wirkliches Gletschereis. Dies führt uns auf ein zweites Agens beim Prozess der Glacification, das ist Druck. Dies ist auch erwiesen durch Experimente; Schlagintweits*) pressten den Firnschnee zu compactem Eise, und Tyndall hat oft Eisplatten dargestellt aus Londoner Schnee.“ Man sieht ja auch in den Strassen der Städte Eis bei strenger Kälte allein unter dem Druck der Fussgänger und der Wagen und der Glitschbahnen der Kinder entstehen]. Bisher hat man nur den eigentlichen „Firnschnee“, d. i. nahe der Firngrenze, als das Material angenommen, aus welchem die Eismassen der höchsten Gebirge sich bilden; den Firnschnee, diese in der Nähe der Schneegrenze vorkommenden, eigenthümlichen, aus kleinen Körnern zusammengesetzten Massen, hatte man in seinem Uebergange in die zuweilen sehr derben, grossen, eckigen Fragmente des Gletschereises beobachtet. Allein es scheint in der That, als habe man bei den bisherigen Ansichten von Firn zu sehr auf solche Bergfahrten Rücksicht genommen, die nur bis etwa 10000' Höhe geführt hatten. Besondere Aufmerksamkeit verdient daher die Aufführung eines neuen Elements, auch des feinen krystallinischen Schnees in die bildenden Grundlagen des Gletschereises. Schnee ist von den früheren Bergsteigern nicht genau unterschieden von Firn, letzterer aber ist die körnige,

*) S. Unters. über die Phys. Geogr. der Alpen 1850, S. 45: „Bei einer Tiefe des Firns von nur 450' muss der Einfluss des Druckes bei der Umwandlung in Gletschereis schon sehr bedeutend sein, besonders in Mulden von einigem Umfange. Es wurden Versuche angestellt, körniger Schnee einer hydraulischen Presse ausgesetzt; das Ergebniss war, die gepressten Schneemassen waren zu flachen ganz diaphanen Scheiben geworden, die, ausser mehreren Luftblasen, alle Eigenschaften des Eises zeigten.“ [Schnee ist ja auch schon Eis, in feinen Nadeln, und der Luftgehalt des Gletschereises ist anerkannt].

aus den Schneekrystallen durch öfters wechselndes Thauen und Frieren hervorgehende Gestaltung. Man muss auf den Hochalpen unterscheiden, von unten nach oben hin gedacht: 1. die aus dem eigentlichen Gletschereis bestehenden Ausläufer, die Gletscher, 2. dann die sich anschliessenden Firnfelder, bis 9500' Höhe, und 3. über dieser Grenze die Schneefelder [nach unserer Vorstellung, die aus einem Ueberblick entstanden ist und zunehmend Bestätigung erhält, muss man annehmen, das ganze oberste Gebiet der Alpen, ihr First oder Dach, ist belegt mit einem Schnee-Mantel, der aber nur die dünne Decke ist für einen Eis-Panzer, welcher unter ihr schichtenweise und durch Druck entsteht, bis zu mehren 100 Fuss mächtig, zumal in Mulden sich anhäuft, und in einer Bewegung abwärts sich befindet; Gletscher blicken im Sommer unter der allgemeinen Schneedecke hervor, sind aber nur die vorrückenden Fortsetzungen des allgemeinen, unter dem Schneemantel liegenden Eispanzers. Auf dem Schneemantel in Nähe der Schneegrenze zeigt sich im Sommer, etwa zwischen 7600' und 10000' Höhe, der eigentliche körnige Firn, Firngürtel, aber nicht etwa befindet sich hier die Fabrik der Gletscher; und in noch grösserer Höhe erscheint dann der zunehmend feiner und trockner werdende „Hochschnee“ oder das eigentliche s. g. „Schneefeld“, welches ferner in zwei Gürtel unterschieden werden kann]. Man erkennt, dass die Schneefelder nur den höchsten Kämmen und Spitzen folgen, und wenn gleich, je nach Verschiedenheit der Lage und der Grösse der Oertlichkeiten, die Höhe, in welcher diese eigentlichen Schneefelder beginnen, in ziemlich weiten Grenzen schwankt, so kann man doch annehmen, dass die oberste Grenzlinie des eigentlichen Firnfeldes [d. i. unser „Firngürtel“] etwa in 9500' Höhe sich hinzieht. Auch die Grenze zwischen Gletscher und Firnfeld ist schwierig scharf zu ziehen; sie befindet sich im Berner Hochlande etwa in 8000' Höhe [nach Hugi im Allgemeinen 7600' hoch, sie ist ja nur die Schneegrenze auf dem Gletscher, und etwas niedriger als die allgemeine, zu 8200' angenommene]. — Der Zweck dieser Gipfelfahrt war, das Berner Eismeer in dessen ganzer Ausdehnung zu übersehen, die Zustände zu untersuchen, in welchen der Schnee und das Eis der höchsten Regionen sich finden, die Beziehungen zu erforschen, in welchen das gefrorne Wasser der Gipfel zu der Bildung der Gletscher steht.

Nach des Verfassers Bericht hatten die Bergfahrer ihr Nachtlager in den Sennhütten Möril, etwa 6000' hoch, genommen, an der

Ostseite des Aletsch-Gletschers, im Süden der Jungfrau; am Morgen des 28. August 1841 betrat man sogleich den Gletscher und ging gerade nach Nord zu. Der Aletsch-Gletscher ist im Allgemeinen sehr eben und von geringem Gefäll, im Mittel nur $2^{\circ} 58'$, nach Elie de Beaumont; man hat etwa zwei Stunden auf festem Gletschereise zu gehen, bevor man an die unbedeutenden „Schründe“ gelangt, welche noch vom Firngürtel trennen; dieser zerklüftete Theil mag etwa eine Stunde in der Länge haben; der dann folgende Firn ist an Reinheit und völliger Ebenheit gewiss der schönste in der Schweiz; in der Ferne aber unterscheidet sich das blendend weisse Schneefeld der Hochregion von einem gewissen ältlichen Aussehen dieser Firnfläche. Diese ist in der Mitte eingedrückt und an den Seiten mehr erhaben, wie ein ungeheures Becken, und dies Verhalten ist bekanntlich allen Firnfeldern eigen. Um $9\frac{1}{2}$ Uhr gelangte man an den Fuss der steileren Gehänge, zum s. g. „Ruheplatz“; dies ist eine der schönsten Gletschergegenden, sie bildet ein weites Amphitheater, fünf Zuflüsse vereinigen sich hier zum Aletsch-Gletscher; nach Norden stehen, wie zwei Säulen, rechts der Mönch, links die Jungfrau. Westlich zog sich eine weite Rinne zwischen dem Jungfrauhorn und dem Kranzberg, darin war eine Reihe von Terrassen zu bemerken, dies war der fernere Weg. Um 10 Uhr erreichte man die ersten Schneefelder [hier wird also richtig genau unterschieden zwischen Firngürtel und der höheren Schneeregion, die Höhe ist nicht angegeben, das Barometer war zerbrochen; aber auch Temperatur-Angaben darf man vermissen, die noch so selten sind von der Schneeregion; zumal ist kaum jemals von den Gipfelfahrern ein Thermometer in das Schneelager oder das Eis gesteckt, wozu hinreichte, mittelst des Alpenstocks in Stufen von 1', 3' und 6' oder wohl 12' Tiefe senkrechte Gänge zu stossen, wie doch auf der Polarzone nicht versäumt ist]. Leider war der Schnee nicht fest, auch ohne hinlängliche Eiskruste, so dass man bis zum Kniee eintrat. Bald erreichte man wieder ein Bereich von Schründen, welche überhaupt am Fusse der steilen Gehänge häufiger waren; sie sind bedingt durch Senkung der Massen; einige hatten hier über 100' Breite, waren aber nicht sehr lang, liessen sich daher leicht umgehen oder waren überwölbt [sie waren doch wohl Spalten der Eismasse, nicht nur des Schneemantels]. Nun schienen überall unübersteigliche Schwierigkeiten einzutreten, rechts senkrechte Abstürze, links Eisberge, die den Einsturz drohten [also wieder Eis,

säcularer Bildung, in etwa 11000' Höhe], vorn ein ungeheurer „Bergschrund“, wie sie am Fusse der höchsten und steilsten Kämme oft, aber nicht immer, entstehen, erschien ein bodenloser, schräg in die Schneemasse dringender Riss, nirgends schmaler als 10 Fuss, eine Leiter musste hinüberführen [vermuthlich war dies eine der „divergirenden“ Spalten]. Zur Linken lagen die Trümmer einer mächtigen „Eis-Lawine“, die kurz zuvor eingestürzt war; es war zu erkennen, dass diese Eismassen, welche gewiss von einer südlich stehenden, 11000' hohen Spitze herstammten, aus Schichten bestanden, abwechselnd Eis und gefrorenen Schnee, ein Beweis für Agassiz' Behauptung und Saussure's und Zumstein's frühere Befunde, dass auch auf den Gipfeln Eis sich bilden kann zwischen den Schneelagen; die Schichten hatten 2 bis 3 Zoll, zuweilen 1 Fuss Dicke. Die fünfte Terrasse war sehr steil und zugleich war die Schneedecke hart gefroren, so dass Stufen einzuhausen waren [vielleicht lag sie im Schatten]. Man ging nun nach dem Rottthal-Sattel; hier war der Schnee weich; aber wieder war ein schräg eindringender Schrund zu überschreiten; darauf erfuhr die Gesellschaft plötzlich eine langsame Senkung des ganzen Schneelagers, auf dem sie standen, unter dumpfem Krachen; den Gletscher erfahrenen Reisenden war dies ganz neu, aber der Führer kannte es und erklärte es für ein Niederlassen der frischeren Schneeschicht auf die ältere; in der That schienen Höhlen im Schneelager zu sein. Um 2 Uhr erreichte man den Rottthal-Kamm; nun waren etwa noch 800' bis 1000' zu erklimmen, aber mit grosser Schwierigkeit, der Gipfel war steil und mit festem glatten Eise bedeckt, so dass tiefe Stufen einzuhausen waren. Plötzlich kam ein dichter Nebel und zugleich wurde es empfindlich kalt [also war ein kalter Luftzug die Ursache des Nebels]. Der letzte Kamm ist nur wie ein Dach auf dessen Höhe man ging; plötzlich zerriss der Nebel, man erblickte das Gebirge in seiner ganzen Schönheit; die höchste Spitze ist nur die Verlängerung eines schmalen Grats, nur 2 Fuss lang und $\frac{1}{2}$ Fuss breit, 12870' hoch, nur Einer nach dem Andern konnte hinauf gehen, und das grossartige Panorama geniessen; das Ganze war ergreifend, bis zu Thränen. In meteorologischer Hinsicht ereignete sich ein merkwürdiges Phänomen, im Südwesten erhoben sich dicke Nebel aus dem Rottthale, was durch einen Kamm vom nördlich liegenden Lauterbrunn-Thale getrennt ist; schon fürchtete man davon eingehüllt zu werden, indessen plötzlich begrenzten sie sich, wahrscheinlich weil ein aufsteigender (wärmerer) Strom die

Ausdehnung hinderte; so stand eine Nebelwand, bis etwa 12000' hoch, mit dem Fusse im Lauterbrunn-Thale; das Wogen dieser Dampfmasse mit feinen Eisnadeln war ein grossartiger Anblick. Die Temperatur hier oben [etwa um 4 Uhr], war -3° R. [auch Forbes giebt an $-2^{\circ}.8$, um 4 Uhr Nachmittags]. Das Haar-Hygrometer hielt sich über 67 Grad [auch Kämtz, Schlagintweit u. A. fanden im Gange der täglichen Saturation in der Höhe von 10000', umgekehrt wie unten, diese meistens sich erhebend um Mittag; auch auf dem Faulhorn und dem St. Bernhard ist dies als charakteristisch wenigstens im Sommer gefunden]. Der Himmel war über den Köpfen völlig klar, tiefblau. Der Blick über das Gebirge belehrte, dass die Gipfel der Alpen, welche vom Tieflande aus gesehen wie breite massige Kolosse erscheinen, nur aus schmalen Kämmen bestehen, zwischen denen Thäler liegen; diese scharfen Kämme hangen vielleicht zusammen mit der geologischen Formation, welche Gneiss und Glimmerschiefer ist, also in breiten Platten zertrümmern, während der Granit auch massigere Kuppen bildet, z. B. der Montblanc. Die Alpen bilden keine ununterbrochen fortlaufende Kette, wie schon B. Studer längst nachgewiesen hat, dass sie bestehen aus gesonderten, ziemlich abgerundeten, schachbrettartig an einander gereihten Gruppen. Was dann das Schneefeld betrifft und die in ihm aufsteigenden Gipfel, so übertreibt man gewöhnlich den Antheil, welchen die Spitzen an Bildung eines Gletschers nehmen, indem man sagt: „das Gletscherfeld steigt vom Gipfel herab“; die Spitze ist keine unerlässliche Bedingung der Gletscherbildung; noch weniger können die Gipfel und Kämme als Trennungslinie zwischen den Gletscherthälern gelten; man braucht nur einmal eine Höhe von 10000' erstiegen zu haben, um sich zu überzeugen, dass alle Firnfelder unter einander zusammenhangen und dass die Gipfel nur wie grossartige Inselgruppen daraus hervorragen. — Von Organismen fand man auf dem Gipfel nur einige pflanzliche Lichenen, darunter einige neue [wie auf der antarktischen Zone], aber keine Spur von thierischen; in der Höhe wiegte sich ein Falke. Uebrigens spürte Niemand in der dünnen Luft die öfters angegebenen physiologischen übeln Einwirkungen [wenn nun diese schon überhaupt geleugnet werden, ist das unberechtigt; bei stiller Luft scheinen sie seltner einzutreten, längeres Verweilen belehrt darüber, z. B. auf den Anden]. Auf dem Rückwege erreichte man um 6 Uhr wieder den „Ruheplatz“, und erst um $11\frac{1}{2}$ Uhr Abends die Sennhütten, bei Mondenschein, nach

einem Tages-Marsche von 18 Stunden. Am dritten Tage war man wieder zurück auf der Grimsel.

Auf dem Jungfrauhorn, Gipfel, 12870' hoch. James Forbes, Norway and its glaciers; followed by Journals of excursions in the High Alps, 1853. [Von der eben beschriebenen Besteigung hat auch James Forbes Bericht gegeben; daraus ist Einiges hinzuzufügen]. Am 28. August 1841 verliess die Gesellschaft die Hütten in Märjelen, 7180' hoch, erst um 6 Uhr Morgens. Nach etwa 2 Stunden Marsch auf dem Gletscher begannen die Spalten gefährlich zu werden, weil sie mit Schnee bedeckt waren, weiter hin aber geht die ganze Decke über in den Zustand von Firnschnee und ist fast ganz gefahrlos. Man machte einen Ruhehalt auf dem s. g. Trugberg. Bald wurde der Weg steiler, der Schnee tiefer, es begannen im höheren Firn Spalten und das eigentliche Steigen fing hier an. Das Wetter war prachtvoll. In etwa 11800' Höhe bekam der Verfasser Athemnoth, auch einige Andere, aber nach kurzer Ruhe ging sie vorüber. Nach Ueberschreiten mehrerer Spalten gelangte man an einen enormen Einriss, die gewöhnliche Trennung des eisigen Theiles des Schneelagers von der Schneedecke auf den Gipfeln [sehr beachtenswerth ist die nun folgende nähere Beschreibung einer Eishöhle]. Die Spalte ging schräg in die Tiefe, und um hinüber zu kommen, musste eine Leiter fast senkrecht angelegt werden, glücklicherweise traf man am andern Ufer den Schnee weich, denn das Gefäll war etwa 50°. Bei der im folgenden Jahre unternommenen Besteigung durch G. Studer wurde in diese Eisspalte hinein gestiegen; eine Mütze war hineingefallen, ein Führer liess sich nicht halten, sie heraufzuholen; an einem Stricke von 95' Länge stieg er hinunter zwischen die Eiswände, die überhangenden Massen und die gigantischen Eiszapfen; als der Strick nicht ausreichte löste er sich davon und kletterte noch tiefer in den Schlund, bis etwa 120' tief, wo der kühne Taucher aufnahm was er gesucht hatte; die Spalte aber schien noch in unermessliche Tiefe sich fortsetzend. [Ist dies nicht wieder ein Beispiel, nicht nur von der Existenz des unter dem Schneemantel liegenden Eispanzers auch in 11000' Höhe, ein Seitenstück namentlich zu Zumsteins Eishöhle auf den Monte Rosa, in 13000' Höhe, sondern auch von der Existenz „divergirender“ Spalten? Die Eiszacken an der Decke sprechen übrigens für, wenigstens oberflächliches, Schmelzen durch eindringende Sonnenstrahlen; im Sommer kann hier sogar schwacher Regen vorkommen, wenn

auch vielleicht nur mit Schnee gemischt, aber er wird nicht eindringen, sondern auf der kalten Oberfläche des Schneelagers erstarren zu Glatteis. Die Temperatur des Schneelagers und Eises ist leider wieder nicht aufgenommen; alle Beschwerden und Verdienste solcher Gipfelfahrten kann man anerkennen, und darf dennoch solches Bedauern äussern]. Es mussten Tritte in das Eis gehauen werden, die Zehen des Verfassers wurden vor Kälte taub [ein Beweis, dass das Eis hier nahe der Oberfläche eine Temperatur weit unter 0° hatte, wie auch nicht anders zu erwarten ist, denn die mittlere Temperatur der Luft im Juli und im August ist hier in 12000' Höhe zu erwarten, nach Berechnungen von Schlagintweit für den Grossglockner, etwa zu -4° R., aber in grösserer Tiefe des Schneelagers, wo sie unveränderlich sein muss, etwa -8° , nach Zumsteins Befunde auf dem Monte Rosa, in 13100' Höhe, wo er -10° aufnahm]. Der Gipfel wurde erreicht um 4 Uhr, die Temperatur war hier $-2^{\circ}.8$ R. Als ein Nebel nahe kam, sah man deutlich die feinen Eisnadeln darin. Auf dem Rückwege zeigte sich die Schneedecke erweicht, und man sank knietief ein. Die Gefahren dieser Besteigung sind nicht gering gewesen. Freilich die Zustände der Schneedecke sind veränderlich und die Beschreibung des einen Jahres ist durchaus nicht völlig anwendbar für ein anderes. Z. B. fanden im nächsten Jahre G. Studer und Bürki die erwähnte zweite grosse Spalte bei dem Aufsteigen des Rottthal-Sattels weit breiter geworden.

Auf dem Faulhorn (Hygrometeore und Luftdruck), 8260' hoch. Kämtz, Vorles. über Meteorologie 1840. Nach Beobachtungen von einigen Wochen auf dem Faulhorn im September und October hat der Verfasser für die tägliche Fluctuation der Dampf-Tension und Saturation im Mittel folgenden Gang erkannt, welcher in umgekehrter Weise die Curve zeigt im Vergleich mit dem Tieflande, was hier durch Zürich vertreten ist.

	Zürich (1250' h.)		Faulhorn (8260' h.)		Zürich.	Faulhorn.
	Tension.	Saturat.	Tension.	Saturat.	Druck der trockenen Luft.	
Mittag	4 ^{'''} .45 max.	64.0 proc.	2 ^{'''} .15	73.4 proc.	319 ^{'''} .86	245 ^{'''} .15
1 ^h	4.37	60.7	2.23	75.7	.78	.01
2	4.37	59.2	2.25	77.0	.66	4.95
3	4.33	57.9	2.28	80.7	.58	244.88
4	4.27	min. 58.8	max. 2.18	80.8	.61	min. .94
5	4.37	63.6	2.04	max. 80.5	319.56	5.08
6	4.41	69.5	1.91	78.5	min. .59	.22
7	4.37	74.1	1.84	77.6	.76	.25
8	4.28	76.1	1.77	76.1	.98	.32
9	4.18	78.1	1.74	75.8	320.17	.36
10	4.09	80.4	1.71	75.0	.30	.38
11	4.02	81.6	1.68	74.4	.37	.39
Nacht 12	3.96	82.4	1.65	73.7	.40	.38
1	3.89	83.1	1.62	73.0	.43	.37
2	3.81	83.8	1.59	72.6	.47	.35
3	3.74	84.8	1.56	72.3	.52	.33
4	3.68	85.7	1.53	72.1	.60	.31
5	min. 3.68	max. 86.4	1.55	71.9	.65	.31
6	3.71	86.8	min. 1.55	71.9	.68	.37
7	3.75	84.5	1.60	70.6	320.72	.37
8	3.93	80.6	1.67	69.8	max. .62	.40
9	4.16	76.2	1.77	69.7	.41	245.419
10	4.22	70.4	1.89	min. 71.3	.32	max. .414
11	4.32	67.1	2.05	71.8	.10	.26
Mittel	4 ^{'''} .10	74.8	1.83	74.4 proc.		
Ampl.	0.77	27.8	0.73	11.1	Ampl. 1 ^{'''} .16	0 ^{'''} .53

Demnach sehen wir deutlich in Zürich, wie im Tieflande des Binnenlandes gewöhnlich gefunden wird, die Dampfmenge mit der Sonnenhöhe zwar zunehmen, aber um Mittag gemindert, weil ein Theil davon mit der Ascensions-Strömung aufsteigt, was hier jedoch im geringeren Maasse sich äussert, wahrscheinlich wegen der Nähe des grossen Sees; eine Senkung erscheint hier um 4 Uhr Nachmittags, das Minimum um 4 Uhr Morgens. Dagegen erscheint die Saturation umgekehrt in maximo des Morgens 4 Uhr, zur Zeit der niedrigsten Temperatur, und in minimo zur wärmsten Zeit, um 3 Uhr Nachmittags. — Auf dem Faulhorn dagegen, 8260' hoch, bringt nun durchaus übereinstimmend mit den Erfahrungen auf anderen Hochregionen, z. B. auf dem Montblanc in 10000' und in 12000' Höhe, auf dem Monte Rosa in 10000' Höhe, auf dem St. Bernhard, 7670' hoch, die tägliche Ascensions-Strömung die charakteristische Verkehrtheit, dass die grösste Dampfmenge hier

eben des Nachmittags erscheint, um 3 Uhr, trotz der mit der Temperatur gesteigerten Capacität, das Minimum des Morgens 4 Uhr und dass auch die Saturation eben des Nachmittags ihre Höhe erreicht, um 4 Uhr, ihr Minimum aber auf 9 Uhr Abends fällt, d. h. nachdem die Dampfmenge wieder gesunken ist und im Thale der Saturationsstand der vollen Sättigung näher kommt.

Auf dem Faulhorn *) (Barometergang) 8260' hoch. Von Bravais und Martins, nach Schlagintweit's Neue Unters. über die Alpen 1854. Hier ist 10 Tage hindurch, vom 19. bis 29. Juli 1841, stündlich die tägliche Fluctuation des Barometerganges beobachtet und folgendes Schema des Mittels davon erhalten, auf 0⁰ reducirt, worin wieder die mittägliche Depression fehlt.

Mitternacht 553mm.75 max.		Mittag 553mm.35	
1h	53.36	1h	3.35
2	53.20	2	3.36 max.
3	3.03	3	3.32
4	2.90	4	3.30
5	2.90	5	3.27
6	2.90	6	3.24
7	2.94	7	3.25
8	2.98	8	3.27
9	3.08	9	3.25
10	3.27	10	3.13 min.
11h	3.27	11	535.51
		Amplitude	0.85

Also wieder eine Erhöhung der täglichen Curve zur Mittagszeit**).

*) Das Klima betreffend s. auch „Klimatograph. Uebersicht der Erde“, 1862, S. 270.

**) Auf dem St. Bernhard, 7500' hoch, erscheint im Juli, nach zehnjährigen Beobachtungen, ein Maximum erst um Mittag 12h, zu 568.36, ein zweites um 9h Abends, ein Minimum um 5h Morgens und ein anderes geringes um 3h Nachmittags; im Jahresmittel aber Maximum um 9h Abends und 11h Morgens, Minimum um 3h Abends und 4h Morgens.

V.

Die Tyroler und Karner Alpen (die Ortles-Gruppe).

Inhalt. Die Gr. Glockner- und die Oetzthal-Gruppe (auch vom Monte Rosa), Physikal-Geographie und Meteorologie. — Im Oetzthal-Gebirge, Gletscher und Firnmeer. — Auf dem Gr. Venediger, Gipfel.

Die Gross-Glockner- und Oetzthal-Gruppe (auch vom Monte Rosa), Physikal. Geographie und Meteorologie (45° bis 47° N). H. und A. Schlagintweit, Untersuchungen über die physikalische Geographie der Alpen 1850. — Neue Untersuchungen über die physikalische Geographie der Alpen 1854. [Die Verfasser haben in den Jahren 1846, 47 und 48 in den östlichen Alpen, Kärnthen und Tyrol, namentlich auf dem Gross-Glockner, in der Johannishütte an dem Pasterzen-Gletscher (47° N), 7580' hoch, und bei der Wildspitze, im Oetzthal-Gebirge, 5720' hoch, das man im weiteren Sinne vielleicht zur Ortles-Gruppe rechnen kann, werthvolle physikalische Untersuchungen im Sommer angestellt; später haben sie diese fortgesetzt im Sommer und Herbst des Jahres 1851 auch in den westlichen Alpen, in Wallis und Piemont, zumal auf dem Monte Rosa, dessen höchste Spitze sie bestiegen und an dessen südöstlicher Seite in der Vincent-Hütte, 9730' hoch, sie 14 Tage verweilten. Ausserdem finden sich Befunde anderer Forscher stellenweise hinzugefügt, und diesen sind vom Sammler dieses Heftes aus anderen Quellen noch mehrer Thatsachen, als fernere Zeugenaussagen hinzugegeben, so dass hier ein ziemlich reiches Beobachtungs-Material für die orographische Physik dargeboten wird, zum Theil schon zusammengestellt, wenn auch noch nicht zu einem Ganzen verarbeitet oder componirt]. 1. Die Temperatur-Verhältnisse der Schneeregion. Bekanntlich erheben sich die Hypsotherm-Linien höher auf den massigeren Bodenerhebungen als auf den schmalen. Im Alpen-Gebirge, an der nördlichen Seite, erfolgt im Ganzen eine vertikale Abnahme der mittleren Temperatur des Jahres in Stufen, welche

für deren Minderung um 1° R. 670' Erhebung erfordern, aber im Sommer sind diese Stufen weit kürzer als im Winter, im Juli etwa nur 550', im Januar 880' Fuss [man kann also diese Abnahme so aussprechen, innerhalb der Grenzen von 1000' bis 8000' liegen eingradig sich folgende Hypsothermlinien an Zahl im Juli etwa 12, im Januar nur etwa 8, im Jahre 10. Uebrigens lautete diese Regel nach den St. Bernhard-Beobachtungen im Jahre 660', im Januar 730', im Juli 550' [schon Saussure nahm vorläufig als solche Stufen an auf dem Montblanc im Juli 600', im Januar 900']. Die Jahres-Hypsothermlinie von 0° liegt etwa in 6500' Höhe (an der Südseite etwa 7200' hoch), an dieser Stelle aber findet sich im Juli die Hypsotherme von 7° , im Januar -5° , also eine Fluctuation von 12° . Die Schneelinie [d. i. die Grenze des ewigen Schneelagers bei höchstem Sommerstande, wo die Region der Hochalpen ihren Anfang nimmt] liegt etwa in 8200' Höhe (an der Südseite des Monte Rosa aber 9200' hoch), und fällt zusammen mit der Jahres-Hypsotherme von $-3^{\circ}.3$, im Juli erscheint hier die Hypsotherme von 4° , während gleichzeitig die Höhen-Temperaturlinie von 0° in 10000' Höhe liegt. [Hier muss man passend noch eine Grenze annehmen zwischen der „untersten“ Schneeregion, oder dem Firngürtel und den höheren Regionen, indem man ferner in 12000' Höhe nach einem „mittleren Gürtel“ die höchste Region beginnen lassen kann, die „athermische“].*) Erklärlicher Weise rückt das Hypsothermen-System im Frühling und Sommer weit rascher aufwärts als die Schneelinie ihnen folgen kann, aber im Herbst auch rascher abwärts, noch im September steht die Schneelinie auf ihrer Höhe [gerade hier, 8200' hoch, z. B. auf dem Faulhorn, hat der September noch mittlere Temperatur $1^{\circ}.2$]; im September beginnt hier der Schneefall und rückt allmählig nach unten. Die Amplitude der jährlichen Fluctuation ist nach oben hin abnehmend [dies geht schon dann hervor wenn man sich vorstellt, wie auf der Erdkugel die Hypsothermflächen vom Aequator nach dem Pole hin herabsteigen, mit den Isothermlinien der Meeresgleiche sich vereinigend, und dann im Jahreslaufe fluctuiren], z. B. in Mailand (720' hoch) beträgt die Differenz zwischen Januar und Juli 18° R., in Turin (850' hoch) 18° , in Genf (1250' hoch) 16° , in Zürich (1250' hoch) 17° , in Bern

*) Uebrigens zeigt unser später versuchsweise aufgestelltes „Schema des Meteorations-Systems der eistragenden Hochalpen“ einigermaßen andere Annahmen in der Temperatur-Vertheilung (S. B.).

(1750' hoch) 16° , auch von zwei hohen Orten, welche der Region der Hochalpen wenigstens schon sehr nahe liegen, kann dies Verhalten der mittleren Temperatur näher angegeben werden nach einer langen Reihe von Jahren.

M i t t l e r e T e m p e r a t u r.						A m p l.	
St. Gotthard (6650' hoch)	des Jahrs	—0 ⁰ .7	Febr.	—7.0	Aug.	6 ⁰ .0	13 ⁰ .0
St. Bernhard (7650' hoch)	-	—1 ⁰ .5	Jan.	—8.2	Juli	4 ⁰ .8	13 ⁰ .0 *)

[Da die Temperatur-Linie von 0° immer eine geeignete Leitung gewährt, so kann man sich vorstellen, diese liegt hier im Januar in 1000' Höhe, im Juli in 10000' bis 11000' Höhe, d. i. etwa 2000' über der Schneelinie, im September in 8600' Höhe, d. i. auch noch 400' über der Schneelinie]. In der vertikalen orographischen Temperatur-Vertheilung kommen viele locale Unterschiede vor, allein bedingt durch die Configuration des Bodens, und in dieser Hinsicht stehen gegenüber als wärmer, die engen Thäler den weiten Ebenen, Gehängen und Gipfeln; die engen Thäler und Thalkessel bieten mehr Bodenfläche, sowohl der Insolation wie der Ausstrahlung; sie haben daher ein etwas excessivere Klima, werden im Sommer wärmer, aber im Winter kälter; auch am Tage wärmer und des Nachts kälter. Dazu kommt, dass in den Thalbecken des Sommers und des Nachts ein Aufsteigen der erwärmten Luft erfolgt, aber im Winter und des Nachts ein Heruntersinken erkalteter Luft (Thalwind und Bergwind). Dieser klimatische Unterschied zwischen Thalkessel und offenen Bodenflächen spricht sich auch aus in der Vegetation, selbst bei gleicher mittlerer Temperatur; wegen der geringeren Winterkälte können auf Hügeln und Gehängen perennirende Pflanzen gedeihen, wie Wein, Wallnuss, Olive in Italien, besser als im Kessel, wo sie erfrieren; während andere, einjährige Sommerfrüchte, besser im Thalkessel fortkommen, wo sie mehr Sommerwärme haben, z. B. Cerealien. Freilich ausserdem zeigen sich manche andere locale Bedingungen von Bedeutung,

*) Hieraus, d. i. aus der Abnahme der jährlichen Fluctuations-Breite nach oben hin, was ein grosser Unterschied ist der hohen Regionen in Vergleichung mit den Polarzonen, wo sie zunimmt, besonders auf der nördlichen Halbkugel, ist man schon berechtigt, ja genöthigt, zu folgern, dass auf den Hochregionen die Minima des Winters nicht in dem Grade zunehmen wie auf der Polarzone und wie im Tieflande; aber Empirie fehlt hier noch. Die Berechnungen sind deshalb für den Winter durchaus ohne Sicherheit; man kennt vom St. Bernhard kein tieferes absolutes Minimum als wie im Tieflande, -22° R.; Thermometrographen und Luftfahrten im Winter werden hier noch überraschende Lehren bringen. Gefrorenes Quecksilber hat man in den Hoch-Alpen noch nie in Erfahrung gebracht.

z. Exposition gegen Sonne oder Schatten, gegen Winde und Regen, die Nähe von Eismassen [doch ist auffallend, wie wenig dies letztere locale Moment im Grossen und Ganzen Bedeutung hat, z. B. Getreidefelder grenzen dicht an Gletscher]. — Was die tägliche Fluctuation der Temperatur in den Hochregionen betrifft, so ist diese ebenfalls an Amplitude abnehmend nach oben hin; die extremen Stunden bleiben ungefähr dieselben wie im Tieflande, einige Stunden nach Mittag und zur Zeit des Sonnenaufgangs [dies scheint nicht für eine längere Beobachtungszeit in der Hochregion giltig, wenigstens nicht z. B. auf dem St. Bernhard, 7500' hoch, hier erscheint das Maximum vorgerückt, näher der Mitte des Tages, wenn auch nicht das Minimum der Nacht näher rückt; also dem grossen freien Luftmeer näher stellt sich auch diese Aehnlichkeit mit den oceanischen Verhältnissen ein]. Erklärlicher Weise bringt Beschattung durch Berge Unterschiede, daher kann vorkommen, dass an einem Orte im Sommer das Maximum um 2 Uhr eintritt, aber im Winter schon früher, etwa schon um 12 Uhr. Folgende Beispiele zeigen wie die mittlere Amplitude der täglichen Fluctuation nach oben hin abnimmt, während einer Reihe Sommertage im Juli und im August:

	Minim. 4h Morg.	Max. 2h N. Mitt.	Ampl.		Minim. 4h Morg.	Max. 2h N. Mitt.	Ampl.
Col du Géant 10580' hoch	0 ⁰ .4 R.	4 ⁰ .7	4.3	Johannis-Hütte 7580' hoch.	—0 ⁰ .9	8.4	9 ⁰ .3
Chamouny 3150' h.	9 ⁰ .4	19 ⁰ .5	10.1	Heiligenblut 4100' h.	4.8	14.2	9.4
Genf 1250' h.	11 ⁰ .4	21.9	10.0	Lienz 2315' h.	6.0	18 ⁰ .3	12 ⁰ .3R.
(Dies Beispiel ist nach Saussure; vom 2. bis 16. Juli.)				(Die Zeit war vom 16. Aug. bis 8. Sept.)			

[Im Winter jedoch ist die tägliche Fluctuation auf dem St. Bernhard nicht schmaler als in Genf.] In der freien Atmosphäre scheint die tägliche Temperatur-Fluctuation in gleicher Höhenfläche mit den höchsten Gipfeln der Alpen bereits verschwindend klein zu sein. Die freie Atmosphäre ist im Sommer entschieden kälter als sie auf den Berghöhen ist [jedoch wohl mit Ausnahme des Nachts]. Dagegen im Winter wärmer [beides ist Folge der Insolation und der Ausstrahlung des Bodens, und dies entspricht ganz der Theorie, nach welcher der Atmosphäre die Temperatur von unten her, von der Oberfläche der Erde, zukommt, sowohl die Erwärmung wie die Erkaltung und also mit dem Boden selbst sich erhebt; allein man muss hier unterscheiden, dass von

der Höhenschicht an wo Eismassen lagern bleiben, die von unten her aufsteigende wärmere Luft nicht weiter vom Bodensubstrat Wärme über 0° erfahren kann, hier also die Sommer-Temperatur auf Gebirgen vielleicht kühler ist als in der freien Atmosphäre]. Auf den höchsten Spitzen scheint die tägliche Fluctuation der Temperatur, wenigstens im Sommer, ihre beiden Extreme früher zu erreichen, d. h. näher der Mittagsstunde und der Mitternachtsstunde, als in tieferen Regionen. Es giebt erst wenige Reihen stündlicher Beobachtungen von hohen Orten der Eisregion, indessen können hier die Befunde von sechs Gebirgs-Standorten aus mehrtägigen sommerlichen Beobachtungen in Mittelwerthen zusammengestellt werden, von 7580' bis 12100' Höhe, d. i. auf der Johannis-Hütte 7580' hoch am Gross-Glockner (nach Schlagintweit) auf dem St. Bernhard, auf der Vincent-Hütte und vom St. Theodulpass 10350' hoch, am Monte Rosa (nach Schlagintweit), auf dem Col du Géant am Montblanc (nach Saussure), und auf dem Grand Plateau am Montblanc (nach Bravais und Martins), in Centigraden. (S. S. 96.)

In der That auf den höchsten Gipfeln näherte sich das tägliche Maximum der Mittagsstunde; auf dem Grand Plateau des Montblanc erscheint es schon um 12 Uhr (doch nicht etwa auch das tägliche Minimum nähert sich der Mitternacht) aber doch allmählig sich verspätend auf den weniger hohen Standorten [dies ist wieder dem oceanischen Verhalten analog, wobei man freilich nur die Passat-Zone im Sinne hat und deren Windverhältnisse; denn das Meerwasser selbst erwärmt und kühlt sich langsamer und später als das Land; für die grosse freie Atmosphäre ist dasselbe zu vermuthen, aber hier ist die tägliche Ascensions-Strömung mitwirkend]. Zugleich ersieht sich aus jenen Beispielen ein fernerer Beleg für die Abnahme auch der täglichen Fluctuations-Breite nach oben hin. *) Der Verfasser meint, dass der täglich aufsteigende Luftstrom wesentliche beitrage, den hohen Regionen die Wärme zuzuführen; indessen bewege sich dieser nur langsam, wie das Steigen der Wolken zeige; diese legten selbst an warmen Tagen und Mittags in einer Stunde kaum 1000' Erhebung zurück, deshalb könne das Temperatur-Maximum des Tieflandes erst mehrere Stunden später im

*) Jedoch scheinen die nicht periodischen täglichen Variationen (die täglichen Undulationen), wenigstens im Sommer, auf den hohen Regionen einen grösseren Umfang zu zeigen, als im Tieflande, wie aus den Erfahrungen bei den Gipfelfahrten hervorgeht.

Grand Plateau 12100' hoch.	V o r m i t t a g s.						N a c h m i t t a g s.						Mittel.	Ampl.	
	2h	4	6	8	10	12	1	2	4	6	8	10			12
28. Aug.	-5 ⁰ .9	-5.3	-6.4	-3.3	-0.7	-1 ⁰ .0	—	-2 ⁰ .0	-5.8	-5.6	-6.4	-6.5	-5 ⁰ .5 C.		
29. -	-7 ⁰ .8	-7.3	-7.5	-4.6	-2.8	-2.3	—	-2 ⁰ .1	-5.0	-5.0	-5.9	-5.8	-7.1	-5.3	
30. -	-5 ⁰ .2	-6.0	-6.9	-4.1	-5.2	-1.5	—	-1 ⁰ .5	-3.2	-4.7	-5.8	-5.0	-8.0	-4.5	
31. -		-5.9	-3.9	-3.2	-2.0	-1.5	—	-1 ⁰ .9	-4.7	-5.1	-6.0	-5.8	-5.2		
1. Sept. 1844	-5 ⁰ .6	-6.1	-6.2 min.	-3.8	-2.2	-1.6 max.	—						-6.5*)		
Mittel														4 ⁰ .9 C.	
Col du Géant 10570' h., vom 3. bis 19. Juli 1788.	0 ⁰ .8	0.6	2.4	3.6	4.7	5.6	— (?)	5 ⁰ .9 max.	4.5	3.0	1.7	1.4	1.0	2 ⁰ .9 C.	5 ⁰ .3
Matterjoch oder St.Theodul-Pass 10350' h.															
27. Aug.								1 ⁰ .1	1.6	-0.1	-2.0				6.36
28. -			1 ⁰ .5	3.1	2.0	2.1	—	3 ⁰ .1	1.1	-0.1	-3.2				
29. -			-3 ⁰ .6	-3.0	-4.1	0.0	—	-1 ⁰ .1					abs. minim. -8 ⁰ .1		
Vincent-Hütte 9730' h.															
3. bis 16. Sept.	-3 ⁰ .82 min.	-2.4	-0.1	1.9	3.2	3.74	3.80 max.	3.70	3.00	1.4	-0.6	-2.6	-3.88	0 ⁰ .29	7 ⁰ .68 C.
St. Bernhard 7610' h.															
den Sept. hindurch.	1 ⁰ .5	1.2 min.	1.5	2.6	3.9	4.8	5.0 max.	—	4.3	3.4	2.8	2.4	2.0	3 ⁰ .0	3 ⁰ .8 C.
Johannis-Hütte 7580' h.															
18. Aug. bis 10. Sept.	-0 ⁰ .6	-1.2 min.	0.2	4.1	7.8	8.9	9.6	10.5 max.	9.0	5.6	3.3	1.9	0.1	4 ⁰ .1	11 ⁰ .7 C.

*) Beachtenswerth ist, dass in dieser Höhe, über 12000', niemals die Temperatur über 0° gestiegen ist, jedoch ist sie auf einigen Bergfahrten um Mittag mehr Grade über 0 gefunden.

Hochlande anlangen. [Die Wolken heben sich täglich in Folge Aufsteigens von Dampf in Verbindung mit der warmen Luft, die warme Luft allein würde die vorhandenen Wolken eher von unten her auflösen, und Zufuhr von Dampf allein würde sie nur vergrössern an der unteren Fläche; also ist das tägliche Aufsteigen der Wolken Zeugniss, dass beide meteorische Momente aufsteigen und die Saturations-Schicht der Atmosphäre höher schieben, welche, wie wir später sehen werden, auf den schneebedeckten Gipfeln niedriger liegt, wegen deren Dampfgehalts, als in der freien Atmosphäre; unterhalb der Saturations-Schicht fehlen die Wolken weil die Temperatur zu warm ist, oberhalb fehlen sie weil die Dampfmenge mangelt]. — Eigenthümliche locale Unterschiede zeigt die Luft-Temperatur unmittelbar über der Oberfläche der Gletscher [die natürlich im Sommer ungeändert bei 0° bleibt]; vergleicht man in dieser Hinsicht im August die Befunde in $1\frac{1}{2}'$ Höhe über dem Eise mit denen über eisfreiem Boden der Johannis-Hütte, die nahe am Gletscher 130' höher stand (in 7580' Erhebung), so war dort die mittlere Temperatur im August $2^{\circ}.6$ R. niedriger ($0^{\circ}.7$ zu $3^{\circ}.2$); aber ausserdem wurde dort die tägliche Fluctuation in der Art eigenthümlich geändert, dass des Mittags keine Culmination eintrat, sondern von 9 Uhr an wieder eine Senkung; an beiden Orten, Gletscher wie Ufer-Hütte, war das Morgen-Minimum gleichzeitig, um 3 bis 4 Uhr, dann stieg die Curve, aber über dem Gletscher nur bis 9 Uhr, dann sank sie hier wieder und hielt sich sogar etwas niedriger bis etwa 5 Uhr Nachmittags, wo das Sinken begann und bis um 3 Uhr Morgens dauerte; daher blieb auch die Amplitude dieser täglichen gehemmten Fluctuation nur gering, 4° , während sie auf der Hütte daneben 9° erreichte. Hiermit steht in Verbindung ein längs des Gletschers herabsinkender kalter Luftzug, „Gletscherwind“, dieser reicht in senkrechter Höhe um Mittag etwa 20' bis 30' hoch, aber des Morgens und Abends kaum einige Zoll hoch; er ist eine regelmässige Erscheinung, besonders an sonnigen Tagen, jedoch local auf Gletscher und Schneelager beschränkt; Versuche ergaben dessen Temperatur über der Gletscherfläche, zunehmend nach oben hin, in folgender Weise: in $1\frac{1}{2}$ Fuss Höhe $2^{\circ}.1$, in 3' Höhe $3^{\circ}.9$, in 6' Höhe $4^{\circ}.5$, in 12' Höhe $5^{\circ}.1$ R., die tägliche Temperatur-Curve an beiden Orten war diese:

	V o r m i t t a g s.						N a c h m i t t a g s.						Ampl.
	1h	3	5	7	9	11	1	3	5	7	9	11	
Johannis - Hütte 7580' hoch.	—0 ⁰ .6	—1.2	—0.8	2.4	6.4	8.1	9.6	10.4	8.0	4.0	2.5	0.8	9 ⁰ .0
Pasterzen - Gletscher 7450' h.	—1 ⁰ .8	—2.1	—1.1	1.5	3.2	2.3	2.5	2.5	2.2	1.7	0.0	—1.1	4 ⁰ .6

Was die Undulationen der Temperatur (die nicht periodischen Schwankungen) in der Schneeregion betrifft, so scheint die Amplitude der jährlichen absoluten Extreme auch hier schmäler zu werden, aber vielleicht nicht die der täglichen, wenigstens nicht im Sommer, in Folge der Ascensions-Strömung, weniger unsicher ist dies in Bezug auf die monatlichen. [Hierüber geben keine Auskunft die Beobachtungen auf dem St. Bernhard, aber wohl die auf dem Stilfser Joch, 7600' hoch, und lehren entschieden Abnahme der monatlichen Undulations-Amplitude nach oben hin]. Für die jährlichen absoluten Undulationen ersieht sich die Abnahme, die limitirtere Amplitude in der Höhe, aus folgender Zusammenstellung der absoluten Extreme von mehreren Orten, in aufsteigender Ordnung bis nahe unter der Schneegrenze sehr deutlich:

	Höhe.	Absol. Maximum.	Absol. Minimum.	Absol. Ampl.
St. Bernhard	7500'	15 ⁰ .7	—24 ⁰ .1	39 ⁰ .8 R.
St. Gotthard	6650'	15 ⁰ .5	—24.5	39.5
Obir III	6280'	22.7	—17.1	38.9
Vent	5790'	20.8	—19.0	39.8
Bevers	5480'	21.0	—24.0	45.0
Heiligenblut	4004'	21.6	—13.1	34.7
Peissenberg	3010'	26.1	—18.2	44.3
Lienz	2315'	23.3	—17.3	40.6
Bern	1790'	28.8	—24.0	52.8
Genf	1250'	28 ⁰ .9	—20.2	49.1

[Man ersieht hieraus zugleich mit Sicherheit, dass nicht die absoluten Minima in dem Maasse nach oben zunehmen wie die Maxima. Folge davon muss auch sein für diese, absolute, Amplitude eine Abnahme nach oben hin, und es wird wahrscheinlich, dass wenigstens bis 7500' hoch (St. Bernhard) kein tieferer Stand des Thermometers vorkommt als im Tieflande, z. B. als in Bern. Bekanntlich kommt nicht selten vor, dass im

Winter sogar nur im Tieflande ein einfallender Polarstrom mit sehr strenger Kälte sich geltend macht, nicht einmal bis 3000' hoch reicht, z. B. auch auf dem Brocken im Harzgebirge (3008' hoch) bemerklich. Dies bezog sich nur auf die Gebirgs-Region unterhalb der Schneelinie. Für die eigentlichen Hochalpen, die Schneeregion, kennen wir nur aus den Monaten Juli bis September unter den meistens während rascher Gipfelfahrten und bei gutem Wetter aufgenommenen Beobachtungen die Maximalwerthe und einige Minimalwerthe der Nächte, indessen auch von einigen mehrtägigen Beobachtungs-Reihen bis 12000' Höhe, und auch vom Winter einige wenige Thermometrographen-Angaben.

Danach scheint es, dass hier die Amplitude der täglichen Undulationen grösser ist als unten, wenigstens im Sommer; in der Höhe oberhalb 12000' erreichte sie einmal $19^{\circ}.5$ R. (von $9^{\circ}.5$ bis -10°). Vielleicht die vollständigsten Beobachtungen der täglichen Temperatur-Undulationen, für einige Wochen im Sommer in der unteren Firnregion, in 9730' Höhe, sind die von den Verfasser später in der Vincent-Hütte am Monte Rosa aufgenommenen, zweistündlich von 6 Uhr Morgens bis 10 Uhr Abends, mit Aufnahme auch des absoluten Minimum der Nacht, das etwa um 2 Uhr eintrat, und das absolute Maximum um 1 Uhr Nachmittags. Sie mögen hier, wenn nicht vollständig doch im Mittel der 14 Tage vom 3. bis 16. September, angegeben werden [ihnen sind noch an die Seite zu stellen die Beobachtungen auf dem Grand Plateau, 12070' hoch, von Bravais und Martins, und auf dem Col du Géant, 10570' hoch, von Saussure].

Vincent-Hütte. Die halbmonatliche Curve, vom 3. bis 16. September, in 9730' Höhe, ergab als mittlere Temperaturen der Tage folgendes Schema:

S e p t e m b e r.

3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	Mittel.	halbmon. Ampl.	absol. Ampl.
$-0^{\circ}.5$	$0^{\circ}.8$	$1^{\circ}.9$	$0^{\circ}.6$	$-0^{\circ}.6$	$-0^{\circ}.1$	$-2^{\circ}.6$	$-0^{\circ}.1$	$-1^{\circ}.1$	$-0^{\circ}.1$	$0^{\circ}.8$	$1^{\circ}.1$	$1^{\circ}.1$	$-0^{\circ}.3$	$0^{\circ}.23$	$3^{\circ}.7$ R.	$15^{\circ}.3$

Demnach ist ersichtlich, dass die mittlere Amplitude der halbmonatlichen Undulationen der ganzen Tageswerthe hier nicht bedeutend war, nur $3^{\circ}.7$ R.; aber während dieser Zeit erreichte einmal das absolute Minimum den tiefen Stand von $-8^{\circ}.1$, am 10. September, 2 Uhr Morgens, bei O Wind, und das absolute Maximum nur $4^{\circ}.5$, um 12 Uhr Mittags (indessen nach dem Maximum-

Thermometer einmal doch $7^{\circ}.2$), es erreichte also die absolute Amplitude der Undulationen $15^{\circ}.3$, beide Extreme an einem Tage, dieser war heiter, nur am Mittag mit gut begrenzten cumuli, zugleich erreichte der freie Felsboden um Mittag 2 Uhr, bei mittlerer Temperatur der Luft von $3^{\circ}.0$ R., sehr oft 8° bis 12° , auch bei nur halbheiterem Himmel. Zu berücksichtigen ist die bleibende Feuchtigkeit des Erdbodens in diesen Höhen, durch Thau, Reif, Nebel, kleine Schneefälle, die weiter unten erst Regen werden oder verdunsten; in der Höhe über den Wolken wird nach mehreren warmen Tagen der Erdboden trocken, aber auch dann nur bis 4 oder 6 Zoll Tiefe (doch ohne Quellenbildung). Beachtenswerth ist noch, in Bezug auf die täglichen Bewegungen, deren Fluctuations-Amplitude $6^{\circ}.3$ war, dass bei Nacht die mittlere Temperatur hier immer unter 0° sank, von 10 Uhr Abends bis 4 Uhr Morgens, aber bei Tage immer über 0° stieg, von 8 Uhr Morgens bis 4 Uhr Nachmittags. Vergleichen wir hiermit die Befunde auf dem Col du Géant, 10570' hoch, und auf dem Grand Plateau, 12070' hoch, so finden wir ebenfalls die Abnahme der Amplitude der täglichen Fluctuation, aber auf ersterem Standpunkte erreichten die Undulationen des halben Monats Juli eine absolute Amplitude von nur $10^{\circ}.2$ (absolutes Minimum $-2^{\circ}.2$, absolutes Maximum 8°), zwar auch die Nächte blieb die Temperatur über 0° , es war aber im Juli; dagegen auf dem Grand Plateau, 1500' höher, sehen wir umgekehrt die Temperatur selbst bei Tage damals immer unter 0° bleiben, am Ende Augusts. Man kann also als wahrscheinlich vermuthen, dass in den grossen Höhen zwar die absolute Breite der jährlichen Undulationen geringer wird als unten,*) jedoch im Umfange einzelner Tage d. i. der täglichen Undulationen, die Differenz der extremen Werthe sehr bedeutend werden kann. Berücksichtigt man dann auch die Frequenz der Undulabilität der Temperatur in der Schneeregion, so hat schon Saussure als charakteristisch für die Alpen-Gipfel wenigstens im Sommer angegeben, dass hier ein reger Wechsel vorgehe; dies beruht auf den localen Contrasten zwischen Besonnung und Beschattung, zwischen oberen und unteren Winden, trockner und dampfreicher Luft, auf der intensiven Evaporationskraft u. a. Hier oben vermag ein leichter Wind, der kaum fühlbar ist, das Thermometer um mehr als 1° zu erniedrigen, doch nur auf einige Minuten, dies kommt oft vor; von

*) Auch wohl der monatlichen, doch nicht der täglichen im Sommer.

dieser Undulabilität ist ein Beispiel zum Beweise gegeben, von den Todtenlöcher in Kärnthen, 10340' hoch, am 1. September binnen einer Stunde des Nachmittags von 5 zu 5 Minuten, in folgender Gestalt:

Zeit	1 h, 0'	1 h, 5'	1, 10'	1, 15'	1, 20'	1, 25'	1, 30'	1, 35'	1, 40'	1, 45'	1, 50'	1, 55'	1 h, 60'
Undulation . . .	3 ⁰ .5	3 ⁰ .3	3 ⁰ .4	2 ⁰ .9	2 ⁰ .3	2 ⁰ .6	3 ⁰ .3	3 ⁰ .4	3 ⁰ .5	4 ⁰ .2	4 ⁰ .3	4 ⁰ .3	4 ⁰ 2.R.

Ausserdem ist die Veränderlichkeit und der rasche Wechsel des ganzen Wetters auf den grossen Höhen bekannt; die über der Schneedecke constant nur geringere Differenz des Thaupunkts bewirkt, dass leicht Nebel entstehen wenn ein auch nur um ein Weniges kälterer Wind ankommt. — Die Schneegrenze des Sommers liegt hier an der Südseite der Alpen [wenigstens am Monte Rosa d. h. gerichtet nach dem nahe heranschwankenden Subtropen-Gürtel mit regenarmen Sommer] in 9200' Höhe, also um 1000' höher als an der Nordseite, aber wieder bei der Hypsothermlinie von — 3⁰.3 R., und der des Juli von 3⁰.5 R., demgemäss steigt wahrscheinlich auch die Hypsotherme von 0⁰ des Juli hier etwa um 1000' höher als an der Nordseite, d. i. etwa 11000' hoch (zugleich die Vegetations-Grenze der Phanerogamen) und die des ganzen Jahres bis 7500' hoch.

Die Verfasser haben den Versuch gemacht durch Rechnung die mittlere Temperatur des Gipfels des Monte Rosa (45⁰ 55' N), 14280' hoch, mittelst sinnreicher Interpolation zu bestimmen. An der Südost-Seite des Monte Rosa, 9730' hoch, in der Vincent-Hütte, war in der ersten Hälfte des Septembers die mittlere Temperatur 0⁰.3 C.; da nun damals die Temperatur desselben Monats auf dem St. Bernhard eine normale war, meint der Verfasser, auch sein Befund auf der Vincent-Hütte könne für normal gelten, und benutzt werden zur Berechnung der ganzen Jahres-Curven und dann auch fortgeführt werden für den um 4550' höheren Gipfel, nach Analogie der Temperatur-Curve auf dem St. Bernhard, welcher Standort um 2120' niedriger liegt; danach findet er ein Schema, das einige Probabilität besitzt, wenn auch, wie überhaupt in der Meteorologie, Gewissheit doch nur aus empirischer Kenntnissnahme hervorgehen kann und noch nie oberhalb der Schneelinie im Winter, geschweige denn ein ganzes Jahr hindurch, Beobachtungen aufgenommen sind. Als Versuch mag hier die kühne Interpolation der mittleren Temperatur auf dem Monte Rosa-Gipfel mitgetheilt werden, nachdem dieselbe auch für die Vincent-

Hütte construiert worden ist. [Vorher ist aber zu bemerken, dass der Befund Zumsteins nahe dem Gipfel, 13100' hoch, in der Tiefe einer Eismasse im August, von -10° R. mehr Recht besitzt, für den Ausdruck der mittleren Temperatur des Jahres in solcher Höhe, zu gelten, als jede Berechnung aus den mangelhaft vorhandenen Elementen, zumal da wir noch gar nicht einmal berechtigt sind eine gleichartige Fortsetzung der vertikalen Abnahme der Temperatur über der Schneegrenze anzunehmen wie unterhalb.]

Berechnete Temperatur-Vertheilung auf der Eis-Region:

Vincent-Hütte, 9730' hoch.			Monte Rosa, Gipfel, 14280' hoch.		
Dec.	$-7^{\circ}.9$ R.	} $-8^{\circ}.8$	$-12^{\circ}.4$	} $-13^{\circ}.6$ R.	
Jan.	-9.7		-14.3		
Febr.	-9.0		-14.3		
März	-8.4	} -5.1	-14.1	} -11.5	
April	-5.6		-12.4		
Mai	-1.4		-8.1		
Juni	1.1	} 2.0	-7.7	} -7.9	
Juli	2.6		-7.4		
Aug.	2.4		-7.6		
Sept.	0.23	} wirklich beobachtet	-7.8	} -9.0 R.	
Oct.	-3.0		-9.0		
Nov.	-5.9		-10.4		
Jahr	$-3^{\circ}.6$ R.		Jahr	$-10^{\circ}.4$ R.	
Ampl.	$12^{\circ}.3$		Ampl.	$6^{\circ}.9$	

[Wie schon gesagt, die angenommene mittlere Temperatur des Jahres auf dem Monte Rosa-Gipfel (-10°) darf richtig erscheinen, weil sie einem empirischen Befunde in der wahrscheinlich schon unveränderlichen Boden- oder Eis-Schicht gleich kommt; aber wir sind nicht berechtigt anzunehmen, dass das Gesetz der Abnahme der Temperatur nach oben hin in den höchsten Stufen gleich bleibe wie es in den unteren Stufen gefunden ist, sondern man muss vermuthen, dass die Winterkälte auf dem Gipfel kaum strenger ist als in den mittleren Regionen, ja manchmal weniger streng ist als unten im Tieflande, wenigstens dann wenn einer jener contrastirend kalten Polarströme unten einfällt, dessen Kälte öfters nur einige 1000' hoch reichte, wie wir auch wissen, dass das absolute Minimum auf dem St. Bernhard fast übertroffen wird von dem im Tieflande vorkommenden. In der That, so wie der Gipfel nur wenig Theil bekommt von der hohen Temperatur im Sommer und des Mittags, so auch bekommt er weniger Theil von der zeitweise eintretenden strengen Kälte, insofern beide von unten her kommen, von der Oberfläche der Erdkugel, durch Absorption und Emission der Sonnenstrahlen unter Mitwirkung der die Temperatur verbreitenden Winde, von

denen die streng kalten Polarwinde unter einer gewissen Höhe bleiben. Die warmen Antipolar-Winde aber wehen oft zuerst oder allein oben].

Temperatur der Quellen und des Bodens, des Schneelagers und der Gletscher. Die Quellen werden oberhalb der alpinen Region (7000' hoch nach Heer) seltener, bis sie ganz verschwinden, einige hundert Fuss über der Schneegrenze; die höchste Quelle in Kärnthen ist in 8850' Höhe gefunden, eine andere in Tyrol nur 8220' hoch, an der Seite des Gross-Glockner [also nahe der Schneegrenze im Sommer, Hypsothermlinie des Jahrs von 2^{0.2}, des Juli 4^{0.0}]. Die Entstehung der Quellen steht in Beziehung zur Schichtenstellung der Gebirgserhebungen, die atmosphärischen Wasser sammeln sich auf den Schichtenflächen und sickern diese entlang abwärts; daher treten sie an dem Hangenden reichlich zu Tage, während an den Schichtenköpfen grosser Wassermangel herrscht. Die Temperatur der höchsten Quellen scheint zu sein 0^{0.7} R.; die Abnahme ihrer Temperatur nach oben hin erfolgt langsamer als die der Luft, mit grösseren Stufen, aber rascher, d. h. in kürzeren Stufen, in den freien Gipfeln und Gehängen als in den Thälern, und auch zunehmend rascher mit der Erhebung des Bodens [im Voraus muss man annehmen, dass die Quellen hier meist aus höherer Lage kommen, aber auch dass sie nicht kältere Temperatur mitbringen als ihr Ausflusssort hat, sondern im Allgemeinen wärmere, weil sie nicht nur die Temperatur der schmalen Bodenschicht mit Insolations- und terrestrischer Wärme führen, sondern auch aus grösserer Tiefe mit tellurischer Wärme versehen werden, indem die Bathothermlinien des Bodens bekanntlich dessen Erhebungen folgen]. An der Baumgrenze (an der Nordseite etwa 5500' hoch, etwa bei der Hypsotherme von 1^{0.5} R.) findet sich nahebei überall die Quellen-Temperatur von 2^{0.8} R. [Auch G. Bischof fand in der Höhe von 5880', auf der Spital-Matte am 3. September unter 51 untersuchten Quellen die kälteste zu 2^{0.6} R. (wie angegeben verläuft aber die Hypsotherme von 0⁰ bei 6500' Höhe); also die Quellen-Temperatur war etwa um 1^{0.5} höher als die Luft-Temperatur (im Vent-Thale in Tyrol wird letztere in 5790' Höhe auch wirklich zu 1^{0.09} R. gefunden). Dass noch Thermal-Quellen in grossen Höhen vorkommen, zeigt z. B. die Leuker-Quelle, 4300' hoch, mit 39⁰ R.]. Im Allgemeinen ergibt sich, dass die Isogethermlinien [vielleicht wäre besser dafür zu sagen, Quellenwärme-Linien „Krenotherm-Linien“] parallel den

Erhebungen und Senkungen des Bodens folgen. Die Abnahme der Quellen-Temperatur nach der Höhe hin erfolgt in Stufen von etwa 900' für 1° R., womit Wahlenberg und Kämtz ziemlich nahe übereinstimmen, welche 1150' annehmen. [Also die Hypsothermlinien überholen in der Abnahme nach oben hin die Krenothermlinien (dies gilt vom Jahre, im Sommer versteht es sich von selbst, die jährlichen Schwankungen der Quellen-Temperatur müssen sehr viel geringer sein, sind aber noch kaum untersucht). Die Quellen im Alpen-Gebiete sind im Mittel wärmer als die Luft und diese Differenz wächst mit der Höhe; die Krenothermlinie von 1° liegt weit höher als die Hypsothermlinie von 1°, etwa wie 8000' zu 6000' Höhe, an der Schneegrenze liegen gemeinsam die Krenothermlinie von 1° 0 und die Hypsotherme des Jahrs von — 2° 2, des Juli aber von 4° 0, dagegen des Januar vielleicht von — 9°; fraglich ist, ob auch dann die Quelle hier noch fließt, was fast sicher nicht sein wird]. Da wo die höchste Quelle sich fand, und mit 0° 7 Temperatur in 8800' Höhe, ist die mittlere Jahres-Temperatur nur — 3° 0 R. [demnach übertrifft hier die Temperatur des Quellwassers die mittlere klimatische Temperatur des Jahrs etwa um 3° 7. Im Sommer muss dies Quellwasser bei unmittelbarer Berührung auf Kräuter und Wurzeln erkältend einwirken, wenn auch weniger als das Gletscherwasser; dies Verhalten ist wieder eine Analogie mit der Polarzone. Indessen muss man bei dieser Analogisirung überhaupt unterscheiden, dass auf der hohen Schnee-region die Oberfläche des Bodens nie frei wird von Schnee- und Eisdecke, was doch selbst auf der höchsten Nordpolar-Zone für einige Monate, mit Vegetation eintritt; die Südpolar-Zone bietet hierin vollständigere Analogie; man kann annehmen dass oberhalb 10000' auch im Sommer die Luft-Temperatur des Nachts fast immer unter dem Frierpunkte bleibt, und oberhalb 12000' kein ganzer Tag eine mittlere Temperatur über dem Frierpunkte erfährt.*) Daher wird sich hier kein ewiges Eis im Boden selbst finden, auch wenn das Substrat der Schneedecke nicht Fels sondern lockeres Erdreich wäre, weil das Eis an der unteren Fläche der Schneedecke nicht schmilzt]. In Kärnthen wird der Bergbau noch in grosser Höhe

*) Momentan ist hier allerdings mehrmals noch über 0° gefunden, aber im Sonnenschein, und hier ist das Thermometer schwer davor zu bewahren, z. B. hinter dem Alpenstock; auch bei Luftfahrten findet man meist über 12000' den Stand unter 0° notirt, jedoch Gay-Lussac verlor ihn erst bei 17000' Höhe.

betrieben, und auch findet sich noch das Grubenwasser in 5790', 7500' und 8850' (Goldzeche) Höhe, indem schon 20' bis 30' weit von Eingänge viel Wasser an den Wänden sichtbar wird [dagegen bei der Vincent-Hütte fand der Verfasser in einem höheren Stollen, 9730' hoch, kein Grubenwasser mehr].

Zur Vergleichung der Abnahme der Luft-Temperatur und der Quellen-Temperatur ist vom Verfasser folgendes Schema aufgestellt:

Höhe.	Hypso- therme.	Kreno- therme.	Differenz.	Höhe.	Hypso- therme.	Kreno- therme.	Differenz.
10000'	—5 ⁰ .6 R.	—		6300'	0 ⁰ .4	3.2	2.8
8600'	—3.2	0 ⁰ .8	4.0	5800'	1 ⁰ .0	4.0	3.0
7900'	—1 ⁰ .6	1.6	3.2	4800'	2 ⁰ .4	4.8	2.4
6700'	0 ⁰ .0	2 ⁰ .8	2.8	3200'	4 ⁰ .8	5.6	1 ⁰ .8

Dies gäbe eine Abnahme der Quellen-Temperatur etwa für 1000' um 1⁰ R. Auch die Boden-Temperatur selbst (Geobathotherm-Linien) ist, aber freilich nur bis 3' Tiefe, untersucht worden, direkt durch Einsenken eines Thermometers im Sommer. Als Ergebniss fand sich die Abnahme derselben nach den Berghöhen im Sommer, im August, in Abstufungen von etwa 635' auf 1⁰ R. [also nur wenig langsamer als die der Luft-Temperatur], aber diese Abnahme war örtlich sehr verschieden, schwankend zwischen 930' und 410'. [Man hat demnach zu unterscheiden in verticaler Folge: die Temperaturlinien des Bodens, der Luft und der Quellen; die Ursache aller drei Momente ist die Insolation, welche zunächst den Boden erwärmt; die Abnahme der Temperatur nach oben hin im Sommer erfolgt am raschesten in der Luft, dann im Boden, dann in den Quellen, etwa bez. mit den Zahlen 550', 635' und 900' für 1⁰ R. Die Temperatur des Bodens ist hier aber wohl zu bemerken, nur bis 3' tief angenommen, also sie gehört der täglichen und kann nicht gelten für die der ganzen Insolationsschicht, welche im Tieflande etwa 80' mächtig ist, jedoch auch abnehmend nach den Höhen der Berge hin sein muss, denn sie ist ja direkt und indirekt Wirkung der Insolation, mit jährlicher, sehr langsamer, und mit täglicher Fluctuation, welche letztere im Sommer etwa bis 3' tief sich bemerklich macht, vielleicht aber nach oben hin daran zunimmt, in Folge der zunehmenden Intensität der Sonnenstrahlen in der dünneren Luft. Da wir aber hier vorzugsweise von der ewigen Schneeregion sprechen, so überträgt sich auf das Schnee- und Eislager die Untersuchung über die Temperatur des Boden-

substrats und die jährliche wie tägliche Fluctuation der Oberfläche]. Da wo ein nackter Felsboden aus dem Schneelager der Gipfel hervorragt, zeigte sich auf der unmittelbaren Oberfläche dieses Stücks Erdboden eine nicht geringe Erwärmung, in Folge der direkten Insolation, z. B. in der Höhe über 10000' ist diese Temperatur zu 16° bis 24° R. gefunden, während die Luft nur 0° bis 7° hatte, und in 8000' Höhe zu 31° R., während die Luft 7° 9' zeigte. — Die Temperatur des Schneelagers und der Gletscher. [Man hat erst sehr wenig Untersuchungen auf die Temperatur-Verhältnisse im Innern des Schneelagers gerichtet, etwas mehr schon auf die der Gletscher]. Das Schneelager der Hochregion hat eine bedeutende Mächtigkeit, in weiten Thälern oder Mulden wenigstens bis 700'; nach unten hin geht es allmählig über in Eis; es ist überall geschichtet und die Jahres-Lagen haben eine Dicke von 10 Linien bis 3 Fuss [die Jahres-Schichten sind mächtiger anzunehmen, nach anderen Aussagen, etwa bis 6' und 10' und mehr; sie erhalten ihre Abgrenzungen schärfer in dem oberen Firngürtel, weil und wenn hier im Winter eine Pause im Schneefallen eintritt; aber es können ja auch einzelne Schneefälle sein]. Der ältere Schnee hat eine körnige Structur, in Folge von abwechselndem Schmelzen und Frieren; die Gletscher sind die vorgeschobenen unteren Eisschichten, welche im Sommer sichtbar werden, weil der Winterschnee auf ihnen dann ganz wegschmilzt, damit zugleich ein Theil der Eisoberfläche zunehmend nach dem Tieflande. Diese sommerliche Schneegrenze zieht sich auf dem Gletscher nicht ganz so hoch zurück wie die allgemeine Schneegrenze, sie heisst die „Firngrenze“, liegt etwa in 7600' Höhe (also 600' niedriger). [Leider fehlt es auch hier völlig an Versuchen, ein Thermometer in das Schneelager einzulassen, wenn auch nur oberflächlich oder wenige Fuss tief; zumal wäre es von Wichtigkeit, die Tiefe der unveränderlichen Schicht durch mehrere stufenweise gelegte Thermometrographen im Winter in Erfahrung zu bringen].

Die Gletscher. Die Gletscher der Alpen finden sich meist in der Nähe der grössten Erhebungen. Sie sind freilich ein Phänomen, das fast auf allen hohen Gebirgen der Erde vorkommt, Bedingungen sind, Temperatur, Feuchtigkeit und die Thalbildung; kleinere Gletscher sind die verbreitetsten; die ausgedehnteren, tief abwärts reichenden Formen (Gl. erster Ordnung), sind bis jetzt am meisten entwickelt auf den Alpen gefunden. [Die geographische Uebersicht ergiebt, wie es scheint, als vorzügliche Bedingungen der

grossen Gletscher: 1. die Regenzone mit Regen zu allen Jahreszeiten, 2. kühle Sommer, 3. eine gewisse hinreichende Höhe, Ausdehnung und flache Form der Gebirgskuppen, um grosse Schneelager zu besitzen, wie auch mässige Neigung der Thäler, um das comprimirte und nur wenig schmiegsame Eis langsam abwärts in wärmere Regionen dem Abthauen im Sommer zuzuführen; zu steile Neigung lässt nur Gletscher zweiten Ranges sich bilden, wie die so häufig erwähnten Eisstürze auf der Firnmasse lehren]. Der grösste ist der Aletsch-Gletscher, an der Südseite der Finsteraarhorn-Gruppe, er ist mit Einschluss des Firnmeers zu 20 Kilometer (63000') angenommen; das untere Ende der grossen Gletscher fluctuirt hier zwischen 4000' und 6000' Höhe, am tiefsten reicht der Grindelwald-Gletscher in das Tiefland, bis 2990' Höhe (und der Glacier des Bossons bei Chamouni, 3200' Höhe); die steilere, doch nicht zu steile Neigung des Thals begünstigt hierbei. Die ausgedehntesten Gletscher gruppiren sich um die grösste mittlere Erhebung des Gebirges, ohne mit einzelnen hervorragenden Bergspitzen in direktem Zusammenhange zu stehen. Der Verfasser beobachtete zwei Gletscher erster Ordnung genauer, den Pasterz-Gletscher in der Umgebung des Gross-Glockner, und die Gletscher-Gruppe im Oetzthal, in der Nähe des Grossen Brenner. [Für uns sind sie vorzugsweise vom meteorologischen Gesichtspunkte von Werth]. Die Pasterze liegt in den Tauern, in einer jener grossen Gebirgsgruppen der östlichen Centralalpen, deren Vereinigungspunkt der Gross-Glockner, 12150' hoch, ist, ihre Länge, die Grösse des Firnmeers und die Regelmässigkeit der Formen charakterisiren sie als einen Gletscher ersten Ranges, das Ende liegt mit zwei Gletscher-Thoren etwa 5950' hoch, die Lage ist an der Südost-Seite, die Johannis-Hütte, der Ort der Beobachtung, steht am linken Ufer, 7580' hoch, also etwas unterhalb der Firnlinie; der obere Anfang des Firnmeers bei den Todtenlöcher, ist 10340' hoch, [Firnmeer nennt der Verfasser die ganze hohe Schnee-Region. Auf der vortrefflichen Karte ist bemerkenswerth, wie die mittlere Neigung der Oberfläche auf dem Firnmeere $8^{\circ}.30'$ ist, dann 8° wird, und $2^{\circ}.15'$, wie aber dann zwischen 7300' und 6900' Höhe ein Absturz sich findet, und dass eben hier eine gehäufte Zahl von Spalten und Klüften sich findet]; die ganze Länge, gerechnet vom Anfang des Firnmeers in 10340' Höhe bis zum Ende 6020' hoch, war 28930', davon hatte das Firnmeer 12412', der Gletscher selbst 16654', die grösste Breite des Firnmeers war nur wenig grösser als die ganze Länge des Gletschers 12650', die Breite des Gletscherstroms 3790'.

Eine Gelegenheit war gegeben, auch die Mächtigkeit des Gletschers zu messen, in 6238' Höhe an der linken Seite, wo der Pfandelbach unter ihn tritt, also schon ziemlich nahe dem Ende, ergab sie sich zu 665'; demnach ist die mittlere Mächtigkeit des Firnmeers, oben als 700', gewiss nicht zu hoch angegeben. Die Gletscher des Oetzthals gruppieren sich um die grössten Erhebungen, die Wildspitze, Weisskugel, den Similaun und Finail; fast alle liegen an der Nordseite, weil die südliche zu steil abfällt und auch zu kleine Mulden bildet, so dass nur einige Gletscher zweiten Ranges dort entstehen können; aber im Westen treten auch nicht unbedeutende hervor. In einem Hochalpenthale, das von einem Gletscher erfüllt ist, lässt sich unterscheiden: 1. der eigentliche Gletscherstrom, 2. die weiten Firnmeere, d. i. körniger Schnee; beide sind wenig geneigt und hängen innig zusammen; die höheren Berggehänge sind bedeckt mit 3. Hochschnee (Hörnerschnee) und Hocheis, und diese sind vom Firnmeer durch tiefe kreisförmige Spalten (Bergschründe) wesentlich getrennt. Die geringste mittlere Neigung eines Gletscherstroms ist 3° ; bei Gletschern ersten Ranges ist sie vom unteren bis oberen Ende, das Firnmeer eingeschlossen, 5° bis 7° . Spalten entstehen durch locale Bedingungen des Bodens, haben sie erst einmal den Ort ihrer Entstehung verlassen, schliessen sie sich wieder; eine besondere Art der Spalten sind jene „Bergschründe“, sie gehören dem Firnmeere an, sind aber auch bedingt durch dessen Bewegung, denn indem die Firnmassen sich von den Begrenzungen der Mulden entfernen entstehen Zwischenräume; sie nehmen mehr oder weniger den ganzen Umfang der Firnmeere ein [heisst dass, sie reichen bis auf den Grund? sind sie mit Berechtigung als „divergirend“ nach unten hin zu denken? Höhlen bildend, entstehend nicht wie die „convergirenden“ Gletscherspalten, über convexen, vorspringenden Winkeln des Bodensubstrats, sondern im Gegentheil über den einspringenden hohlen Winkeln, am Fusse steiler Wände?]. Gegenüber der Johannis-Hütte befanden sich am Kamm des Gross-Glockners sehr viele secundäre Gletscher (oder zweiten Ranges); bei feuchtem Wetter war es nicht selten, dass Stücke davon sich lostrennten und unter grossem Donner-Gepolter auf die Pasterze rollten; solche herabfallende Firn- und Eisstücke füllen sehr oft die Eisrinnen aus. [Vielleicht thäte man besser die Gletscher zu unterscheiden, in Schmelz-Gletscher (d. h. die langen „ersten Ranges“ nach Saussure) und in Bruch-Gletscher (d. s. diese

kurzen „zweiten Ranges“ oder „secundären“ Eis-Lawinen]. Ein Vorrücken von 1' in 24 Stunden kommt an einzelnen Stellen aller grösseren Gletscher vor; die Bewegung der Gletscher wird zwar durch die Temperatur eines wärmeren Sommers etwas beschleunigt, allein da die Abtragung der Oberfläche durch Schmelzen gleichzeitig vermehrt wird, kann das Ende nur in kühlen Sommern etwas vorrücken; wirklich ist fast allgemeines Vorrücken erfolgt in den bekannten unfruchtbaren Jahren 1816 und 1817, wo der Sommer kühl und feucht war, auch sind geschichtlich die drei Jahre 1608 bis 1610 in gleicher Weise bekannt, wie auch 1710 und 1771, alle zugleich durch nasskalte Sommer und Misswachs ausgezeichnet; dagegen war fast eben so verbreitet das Kleinerwerden im Jahre 1822. Jeder Gletscher verliert an schönen Tagen durch Abschmelzen, die grosse Menge von rieselnden Bächen auf seiner Oberfläche sind Folge davon; aber diese Bäche erreichen fast nie das Gletscherende in ihrem Laufe auf der Oberfläche, sondern sie ergiessen sich gewöhnlich in Spalten, und schliesslich gelangen sie zu dem gemeinsamen Gletscherfluss, auf der Unterlage, der jedem Gletscherthore entströmt. Von der Existenz solcher grösserer und kleinerer Rinnale im Innern überzeugt man sich sehr häufig bei spaltenreichen Gletschern. Auch während eines grossen Theils des Winters erhalten die Gletscherflüsse noch beständigen Zufluss durch allmäligen Entleeren der im Innern des Gletschers befindlichen Canäle [hierauf folgt schon, dass die Temperatur im Innern immer nahe bei 0° sich halten muss. Die Temperatur des Erdbodens, möglichst nahe einem Gletscher, fand G. Bischof im August in 1' Tiefe zu 2° 5 R.; im Winter frieren die kleinen Gletscher-Seen, welche stellenweise sich vorfinden, nur auf ihrer Oberfläche, gewiss ein schöner Beweis für die innere ewige Temperatur von nicht unter 0°. Die jährliche Abtragung durch Schmelzen beträgt im Mittel zwischen 9 und 11 Fuss (3 und 3.5 Meter), sie muss aber zunehmend sein nach dem unteren Ende hin. J. Forbes schätzt den jährlichen Verlust auf dem glacier des Bois am Montanvert, 5900' hoch, zu 20 bis 30', binnen 2½ Monate aber, am 10. September, zu 24 Fuss, theils an der Oberfläche, theils an der Unterfläche, täglich 4 Zoll etwa]. Wenn des Nachts Frostkälte eintritt, wird die Oberfläche des Gletschers trocken; es kann vorkommen, dass auch bei einer Luft-Temperatur über 0° die Oberfläche nicht schmilzt, sondern trocken bleibt, nämlich bei sehr trockner Luft, wann das Eis unmittelbar verdunstet; öfters zeigte das Psychrometer auf dem Gletscher eine Differenz

von 2^o.4 bis 3^o.2 R. — Zur allgemeinen geographischen Uebersicht der Schneealpen dienen noch folgende Angaben. Das Auftreten der Gletscher in den Alpen ist auf die höheren Gruppen dieses Gebirgszuges beschränkt, sie erstrecken sich über die ganze Masse des mittleren Zuges oder s. g. Central-Alpenzuges, d. i. von den französischen Alpen bis Kärnthen (auf dem Hafnerberg). [Sie können nur vorkommen da, wo sie mit dem Schneelager zusammenhängen, also in dem Gebiete, was über der Schneegrenze, über 8200' hoch liegt; die mittlere Höhe der Alpen ist aber nur 7000'.] Rechnet man zu den Gletschern auch das Firnmeer, so kann man sagen, dass die ganze Oberfläche der zur höchsten Sommerzeit mit Schnee und Firneis bedeckt bleibenden Theile der Alpen darunter begriffen werden, weil hier nur sehr wenige Firnmeere nicht auch einen grösseren oder kleineren Gletscher ausgehen lassen. Man zählt in den Alpen an primären Gletschern (oder ersten Ranges 60, secundäre etwa 1000*); die ganze horizontal gedachte Oberfläche, welche auf den Alpen von Eis und Firn bedeckt ist, also der Flächenraum des Alpen-Schneelagers, beträgt etwa 55 bis 60 Quadratmeilen; dieser bildet aber nur einen kleinen Theil des Gebiets, was die ganzen Alpen einnehmen, von 3500 bis 4000 Quadratmeilen in Umfang, also nur wie 1 zu 63 sich verhaltend. Für das ganze Verständniss der Existenz und des Verhaltens des Alpen-Schneelagers dient noch, wohl zu beachten, wie die allgemeine Gestalt der Berghöhen beschaffen ist; hierüber sagt der Verfasser im geologischen Theile: „Die Neigung der Berg-Abhänge ist im Mittel am bedeutendsten in der Nähe des Gipfels; später folgen oft flache kleinere Absätze und Terrassen, welche das Volk sehr richtig eigens benennt (Sattel, Flue, Seite, Kahr, cirque de névé), dadurch nehmen die Berge ungemein an Breite zu; die darauf folgenden Absätze sind bald mehr oder weniger geneigt. Daher erscheinen die Berge von ihrem Fusse aus gesehen so sehr verkürzt.“ Was dann die weitere Fortsetzung in den Gletscherbetten betrifft, so heist es: „Die Thäler der Alpen, sowohl die Quer- wie die Längenthäler, bestehen aus einer Reihe von Becken, diese Becken bilden an dem oberen Anfang der Thäler weite Mulden, welche in den Hochalpen dem Firnmeere zur Lagerstätte dienen.“**)

*) Genau genommen sind auch auf dem ganzen Firnmeere solche Bruch-Gletscher zahlreich vertheilt.

**) Die Profil-Ansichten mehrerer Berge zeigen, dass diese Firnmulden der Hoch-

II. Das Verhalten des atmosphärischen Drucks auf den Hochalpen. [Es giebt bekanntlich im allgemeinen Systeme der Erd-Meteoration, nicht etwa analog dem Systeme der Hypsothermflächen, keine vom Aequator nach den höheren Breiten herabsteigende hypsobarische Flächen, sondern es wird bekanntlich angenommen, nach oben hin erfolge die Abnahme der Luftdichte in zunehmend grösseren Stufen gleichmässig auf allen Zonen und auch ungeändert über den grossen Boden-Erhebungen, mit welchen doch die Temperatur einigermaßen aufsteigt. Demnach ist der mittlere Luftdruck auch auf diesen Breitengraden an der Schneegrenze, am Anfang der Hochalpen-Region, in 8200' Höhe, etwa um 96 Pariser Linien geringer als im Tieflande in der Meereshöhe, er beträgt etwa $240'' = 541^{mm}.4$. Uebrigens kann man nicht mit aller Sicherheit behaupten, dass über massigeren Bodenerhebungen, wie hier die Temperaturflächen diesen folgen, nicht auch der Luftdruck wenigstens um ein Geringes mehr verringert werde als in der freien Atmosphäre, da auch sonst in gewisser horizontaler geographischer Ausdehnung wohl vorkommt, dass wärmere Atmosphäre einen solchen Unterschied, d. i. einen niedrigeren Barometerstand, local unterhalten kann, wie z. B. auf dem Ocean der höheren Breiten ein Barometer-Thal zwischen zwei grossen Continenten im Winter besteht. Freilich hat man keine Mittel dies zu messen; nur muss man für möglich erklären, dass geringe unmerkliche hypsometrische Barometer-Curven auf ausgedehnten Boden-Erhebungen diesen entgegen gerichtet bestehen können, weil ja die Barometerstände eine Function sind der Temperatur, und deren Schwankungen einigermaßen folgen, obwohl das Gleichgewicht im atmosphärischen Druck immer leichter wieder sich ausgleicht]. Die Oscillationen des Luftdrucks zeigen bekanntlich eine nach der Höhe hin abnehmende Amplitude [über die nicht periodischen, die Undulationen, kann nur eine längere Beobachtungszeit entscheiden; wie die periodischen, die Fluctuationen, zunächst bedingt sind durch die Temperatur und deren Fluctuationen sich anschliessen, so sind die Undulationen des

alpen besser als breite Terrassen zu denken sind mit geringer Neigung. — Uebrigens haben die Verfasser auch den Gr. Glockner bestiegen, 12150' hoch, im August 1848, geben aber keine meteorologischen Befunde; auf der Spitze ist ein Kasten befestigt mit einem Barometer [warum nicht ein Minimal-Thermometer?], eine hohe Eisenstange als Blitzableiter wurde nach einigen Jahren umgeworfen gefunden [könnte nicht eine Windfahne so angebracht und teleskopisch beobachtet werden?]. Auch die Wildspitze und der Similaun wurden bestiegen im September 1847.

Barometers zunächst Folge von Wechsel der grossen Luftströme und der Dampfmenge in der Atmosphäre; beide Momente aber finden sich vereinigt bei der orographischen Meteoration in der täglich erfolgenden Ascensions-Strömung, welche auf den hohen Regionen im Sommer und um Mittag eine so grosse Bedeutung ausübt, für alle deren Theile*).

Während der Beobachtungszeit von drei Wochen im August und September auf der Johannis-Hütte, 7580' hoch, betrug die absolute Amplitude der [halbmonatlichen] Undulationen 7^{mm}.2, während sie in Klagenfurt weit grösser war, 13^{mm}.8, auch auf der Hintereis-Hütte ergab sich dies Verhalten, oben zu unten wie 15 zu 21 (letzteres in Innsbruck). [Auf dem St. Bernhard dagegen zeigt sich dies Verhalten zu dem in Genf im Juli wie 12 zu 11, aber im Januar wie 23 zu 31]. Die Beobachtungen des Verfassers auf der Johannis-Hütte ergeben die tägliche Barometer-Fluctuation, vom 18. August bis zum 10. September, während 23 Tage in folgendem Schema:

	V o r m i t t a g s.						N a c h m i t t a g s.								Ampl.
	7h	8	9	10	11	12	1h	2	3	4	5	6	7	8	
Mittler Luftdr.	570 ^{mm} .3 min.	70.7	71.4	72.5	72.7	73.5 max.	72.3	72.0	71.9	71.8	71.7	71.6 min.	71.6	71.1	3 ^{mm} .2

Unstreitig zeigt sich hier die Störung der im Tieflande gewöhnlichen doppelten Curve, in der Art, dass die Depression des Nachmittags um 4 Uhr mehr oder weniger verschwindet [übrigens beträgt diese Amplitude auf dem St. Bernhard im Sommer nur 0^{mm}.7], als Folge der Ascensions-Strömung mit Hinzufügen von Luft und Dampf. Zu bestimmterer Entscheidung der Frage von Umkehrung der Barometer-Curve in der Hochregion mögen hier noch die Befunde an anderen Orten daneben gestellt werden.

Auf dem Faulhorn, 8260' hoch, vom 19. bis 29. Juli 1841 (nach Bravais und Martins):

	V o r m i t t a g s.						N a c h m i t t a g s.						Ampl.
	2h	4	6	8	10	12	2h	4	6	8	10	12	
Mittler Luftdruck	553 ^{mm} .36	52.90 min.	52.90	52.98	53.20	53.35	53.36 max.	53.30	53.24 min.	53.27	53.13 (?)	53.75 max.	0 ^{mm} .85

*) Im Voraus wissen wir, dass die jährliche Fluctuation nach oben hin an Amplitude grösser als unten wird, wenigstens in 7500' Höhe, aber die tägliche geringer; dass die Undulationen die monatlichen im Sommer nach oben hin nicht abnehmen, wohl aber im Winter; die täglichen vermuthlich zunehmen, die absoluten gewiss abnehmen.

Hier ist das Morgen-Maximum sehr verspätet, es erscheint zur Zeit der grössten Wärme, und es folgt ihm ein gelindes kurzes Sinken.

Auf der Vincent-Hütte, am Monte Rosa, 9730' hoch, vom 3. bis 16. September (nach Schlagintweit):

	V o r m i t t a g s.						N a c h m i t t a g s.						Ampl.
	2h	4	6	8	10	12	2h	4	6	8	10	12	
Mittler Luftdruck	522mm.8 min.	22.8	23.2	23.8	24.0	24.2	24.3	24.3	24.4 max.	24.2	23.9	23.0	1mm.6

Hier war allerdings das Minimum des Nachmittags entschieden verschwunden.

Auf dem Grand Plateau des Montblanc, 12100' hoch, vom 28. August bis 1. September (nach Bravais und Martins).

	V o r m i t t a g s.						N a c h m i t t a g s.						Ampl.
	2h	4	6	8	10	12	2h	4	6	8	10	12	
Barometer . . .	475mm.9	75.8	75.8	76.0	76.3	76.7 max.	76.1	76.2	76.4	76.6	76.2	76.0	0mm.9
Dampfdruck . .	1mm.1	1.3	1.5	1.8	2.3	2.8 max.	2.6	1.5	0.5	0.7	0.8	1.0	1mm.0
Dampf. Luftdruck	474mm.8	74.5	74.3	74.2	74.0	73.9 min.	73.5 min.	74.7	75.9 min.	75.9 max.	75.4	75.0	2mm.4

Auch während der wenigen Tage sehen wir das Maximum des Vormittags fortgeschoben bis auf die Mittagsstunde, das Minimum des Nachmittags verwischt, jedoch nicht ganz verschwunden. Aber es ist hier auch der seltne Vorthail gegeben, den Antheil der Dampfmenge daran zu bestimmen; diese wird nachgewiesen zunehmend am Mittage, und zwar ist deren Amplitude grösser als die des Barometer-Ganges, daher tritt nach Abzug des Dampfdrucks das Minimum des dampflosen Luftdrucks regelmässig hervor, auch zum Beweise, dass der mit der Ascensions-Strömung hinaufgeführte Dampf der Factor ist, welcher die tägliche Barometer-Curve um Mittag am Sinken hindert (obwohl auf dem St. Bernhard erwiesen wird, dass selbst nach Abzug des Dampfes im Sommer das Minimum nicht in der gewohnten Weise des Tieflandes eintritt, folglich auch die aufsteigende Luft selbst das Barometer hebt). —

Was die jährliche Fluctuation des Barometers auf den Hochregionen betrifft, so zeigt sich der charakteristische Unterschied, dass hier die Jahrescurve des Barometers im Sommer culminirt, was im Tieflande im Winter geschieht, mit Ausnahme auf dem Meere und auch noch im westlichen Europa, und diese Amplitude grösser ist als unten [dem ist noch hinzuzufügen, dass auf den hohen Orten diese sommerliche Steigerung bleibt

selbst nach Abzug des Dampfdrucks, also vorzugsweise die trockne Luft betrifft; diese orographische Besonderheit tritt ein schon in geringer Erhebung, z. B. in Peissenberg, 3015' hoch, auch auf dem Brocken, 3500' hoch]. Auf dem St. Gotthard beträgt die Amplitude der jährlichen Fluctuation (zwischen dem minim. im März und dem max. im August) 5'''0, auf dem St. Bernhard 3'''4, in Mailand aber nur 1'''7, in München 1'''3; wenn man nun vom Barometerstande des Sommers in Mailand und München abzieht den Dampfdruck, bez. 5'''5 und 4'''1, so erhält man eine bedeutende sommerliche Senkung, wie es der Temperatur-Curve entspricht; dagegen verhält sich dies gerade entgegengesetzt an jenen zwei hochgelegenen Orten, wo doch die Amplitude so weit grösser ist und doch die Dampfmenge weit geringer. Daraus folgt sicher, dass diese Erscheinung der orographischen Meteorologie, nämlich der bedeutenden Zunahme des Barometerstandes im Sommer, nicht erklärlich ist etwa aus Zunahme der Dampfmenge allein; sondern man muss annehmen, dass mit dem im Sommer verstärkt aufsteigenden täglichen Luftstrome ein grösseres Quantum Luft oberhalb des Orts geführt wird, oder wie der Verfasser sich ausdrückt, es entsteht durch die Erwärmung eine Hebung der Atmosphäre und dadurch ein geringerer Druck in der Tiefe. Einige Beispiele werden dies Verhalten der jährlichen Barometer-Fluctuation veranschaulichen nach Dove's Tabellen:

	Jan.	Febr.	März.	April.	Mai.	Juni.	Juli.	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr.	Ampl.
Mailand 720' hoch	333'''1	32.9	32.5	31.8	32.4	32.7	32.7	33.0	33.0	33.3	33.1	33.5	332'''8	1'''7
Genf 1250' h.	322'''2	20.9	22.9	21.2	21.3	22.2	22.5	22.4	22.2	22.5	21.8	22.9	321'''9	1'''9
Peissenberg 3015' h.	299.2	98.3	98.4	99.2	98.7	300.3	301.5	300.8	300.0	298.9	99.0	99.0	299.3	3.2
Brocken 3500' h.	298.7	97.6	97.8	98.9	300.2	300.6	301.1	300.8	300.7	300.2	98.9	99.6	299.6	3.6
St. Gotthard 6650' h.	260.1	59.2	58.8	61.6	62.3	62.6	63.8	62.8	62.7	62.0	60.4	59.5	261.5	5.0
St. Bernhard 7500 h.	248.2	48.2	48.3	48.9	49.6	50.7	51.6	51.8	51.2	49.8	49.1	48.8	249.7	4'''4

Den Dampfdruck kennen wir von Mailand und Peissenberg.

	Jan.	Febr.	März.	April.	Mai.	Juni.	Juli.	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr.	Ampl.
Mailand 720' hoch	2.5	2.0	2.2	3.1	4.0	5.3	5.3	5.5	4.8	3.7	3.1	2.1	3.6	3'''5
Peissenberg 3015 h.	1.7	1.0	1.8	2.3	2.7	3.7	3.9	3.8	3.6	2.8	2.2	1.8	2.7	2'''2

dessen Abzug ergibt folgende Curven des dampflosen Luftdrucks:

Mailand	330'''6	30.9	30.3	28.7	28.43	27.36	27.40	27.44	28.2	29.6	29.9	31.4		4'''0
Peissenberg	297'''56	96.7	96.6	96.9	97.0	96.5	97.5	97.0	97.2	97.2	79.2	79.1		0'''01

Also bleibt schon in Peissenberg der Barometerstand im Sommer auch ohne Dampfdruck beinahe höher als im Winter, und es ist durch Beobachtungen erwiesen, dass auch an noch höheren Orten, (bis 12000' hoch?) und noch entschiedener der trockne Luftdruck seine Culmination im Sommer erfährt, namentlich auf dem St. Bernhard; vielleicht aber findet dies Phänomen seine Grenze in noch höherer senkrechter Erhebung (wofür die Beobachtungen fehlen und wohl für immer fehlen werden), wenn man Folgerungen zieht aus dem Verhalten der täglichen Barometer-Curve, welche auf dem Grand Plateau, 12100' hoch, keine Erhebung des dampflosen Luftdrucks um Mittag zeigte].

III. Winde. [In den Alpen muss man im Allgemeinen im Voraus unterscheiden: 1. die beiden Passate, mit manchen Strömungen deutlich sich äussernd, 2. die tägliche Ascensions-Strömung, zumal im Sommer von grosser Bedeutung, 3. ausserdem zahlreiche locale Besonderheiten, hervortretend theils als Ablenkungen der allgemeinen Winde, theils als kleinere locale Luftwechsel in Folge der zerstreuten Temperatur-Differenzen]. Eine besondere Heftigkeit zeigen in den Alpen jene Südwest-Stürme, welche Föhne genannt werden; sie hängen zusammen mit dem Niedersinken der aus den Tropen zurückfliessenden Luftströme und sind verbunden mit Steigen der Temperatur und Fallen des Barometers; im Frühling können sie plötzliches Schmelzen des Schnees veranlassen. Die lokalen Winde, welche sich als absteigende Abend- und Nachtwinde (Thalwinde), seltner als Tagwinde in entgegengesetzter Richtung, bemerkbar machen, sind doch selten stark genug, um sich anders als durch die Temperatur, etwa auch durch die Windfahne, zu äussern. Auch wenn man etwa erwartet, am Nord- und Südende der Alpen würden, bis zu grösserer Entfernung hin, regelmässige Thalwinde herabsteigen und den Windfahnen hier eine südliche Stellung geben, am Südrande eine von Nord gerichtete, so findet sich dies nicht bestätigt [doch scheint in der nördlichen Schweiz aus anderen Ursachen eine mehr nordwestliche Richtung anstatt südwestlicher vorzuherrschen, z. B. in Bern, in Folge von Ablenkung beider Passate, was auch in der thermischen und barischen Windrose sich aussprechen könnte, auch wird an der Südseite der Alpen eine Umwendung des Südwest-Stromes bemerkt, welche sogar Regen mit nördlichen Winden hier erklären soll]. Aber im Innern der Alpen, in den einzelnen Thälern, ist die Localisation der Windrichtungen sehr bemerkbar. Es machen sich gewöhnlich nur zwei Winde, parallel der Hauptachse

des Thals geltend, und das Abprallen des Windes an senkrechten Wänden tritt dann vorzugsweise ein, wenn letztere rechtwinklig entgegenstehen; der Wind kann geradezu umgewendet werden. Auch die Neigung des Bodens mit ihrer Einwirkung ist sehr beachtenswerth, ansteigender Wind treibt Nebel und Wolken charakteristisch höher. Die Intensität betreffend, sind jährliche Maxima der Stärke im März und November, und ein Minimum im Juni, dabei das tägliche Maximum um Mittag, auch wahrnehmbar in den Alpen [Quetelet fand ausserdem in Brüssel zwei Minima, im April und September, und Minderung im Sommer]. In Folge des Abwechselns von engeren und weiteren Schluchten kann die Unregelmässigkeit und auch die locale Heftigkeit der Winde sehr gesteigert werden, zu lokalen Stürmen, z. B. bis zu 95' und 114' Schnelligkeit in der Secunde, auf Gipfeln und hohen Kämmen, wenn auch unten nur mässiger Wind weht. *) Eigenthümlich zeigte sich die locale Ventilation in einem Gletscherthore, z. B. fand der Verfasser hier die Temperatur nahe dem Boden 1^o.8 R., in 5' Höhe 3^o.2, oben nahe der Decke 5^o.4, während die äussere Luft 8^o hatte, auch ging unten, am Boden ein kalter Luftzug nach aussen, oben, nahe der Decke, ein wärmerer nach innen hin.

IV. Hygrometeoration. Die Dampfmenge ist im Allgemeinen vom Tieflande nach den Hochalpen hin abnehmend, dabei besteht eine regelmässige Fluctuation, sowohl tägliche wie jährliche [ausser den unregelmässigen Schwankungen, welche mit der allgemeinen Windrichtung in Verbindung stehen]. Im Tieflande beginnt die Dampfmenge mit Sonnenaufgang aufzusteigen in der aufsteigenden Luftströmung, daher wird unten die Tension des Dampfes gemindert [d. h. auf continentalem Gebiete, in gewisser Entfernung vom Meere und von grossen Binnen-Wässern], während sie oben wächst und gerade um Mittag am grössten wird; erst am Abend mehrt sie sich wieder im Tieflande durch Herabsinken, und schwindet oben. Schon in nicht sehr grossen Höhen findet man bisweilen diese Vermehrung des Dampfgehalts um Mittag, z. B. zu Sagriz, im Möllthale in Kärnthen, 3520' hoch, beobachtet. In grösseren Höhen wiederholt sich nicht nur dieselbe Erscheinung, sondern auch tritt noch zum sicheren Beweise die Eigenthümlichkeit hinzu,

*) Im Allgemeinen scheint die Intensität der Luftströmung weit grösser zu sein in gewisser Höhe des Gebirges wie auch in der freien Atmosphäre, beobachtet an den Wolkenzügen.

dass während im Tieflande um Mittag die Dampfmenge in der Zunahme von der Temperatur überholt wird und deshalb die Saturation abnimmt, umgekehrt im Hochlande die Temperatur in der Zunahme überholt wird von der Dampfmenge und daher die Saturation hier eben um Mittag zunimmt. Ein Beispiel davon wurde in der Schnee-Region aufgenommen, auf dem Racheren, 10360' hoch, im September, in folgender Weise:

Stunde.	Dampf-Tension.	Saturation.
11 ^h	3 ^{mm} .9	61 proc.
1 Nachm.	4.6	64 -
2	4.1	60 -
4	4.3	55 -

Weniger tritt diese mittägliche Steigerung der Saturation ein an Orten wo die aufsteigende Luftströmung durch Hinstreichen über Schnee und Gletscher einen Theil der Dampfmenge verloren hat, so z. B. auf der Johannis-Hütte, 7580' hoch, an der linken Seite des grossen Pasterzen-Gletschers, hier ergab sich folgendes Schema, als das Mittel von 23 Tagen (18. August bis 10. September 1848):

Stunde.	Dampf-Tension.	Stunde.	Dampf-Tension.
7 ^h Morg.	5 ^{mm} .9	1 ^h	5 ^{mm} .6
8	5.8	2	4.8
9	6.0	3	4.7
10	6.4	4	5.3
11	5.9	5	4.8
12 Mittag	5.8	6	4.2
		7	4.0

Also war hier der tägliche Gang der Dampfmenge, gleich dem im Tieflande der Binnengegenden, um Mittag etwas gemindert. [Aber deshalb erschien hier auch nicht das Charakteristische des Hochlandes, nämlich Steigen der Saturation um die Mittagszeit, wie es im Sommer auf dem St. Bernhard entschieden ist; ersichtlich auch aus dem Aufsteigen der Wolken und den oft so plötzlichen Nebelbildungen]. Als absolutes Minimum der Dampf-Tension wurde hier einmal gefunden 0^{mm}.34, an einem sehr heiteren aber kalten Tage, und als absolutes Maximum einmal 7^{mm}.5, an einem schönen und warmen Tage, um 10 Uhr Morgens. Wie unmittelbar über der Oberfläche des Gletschers, 15 Centimeter darüber, zwar die Dampfmenge etwas minder bleibt, aber die Satu-

ration doch höher wird, lehrt folgende Vergleichung der Gletscherfläche mit der 900 Fuss entfernt stehenden stehenden Johannis-Hütte:

Stunde.	T e n s i o n .		S a t u r a t i o n .	
	Johannis-Hütte.	Gletscher.	Johannis-Hütte.	Gletscher.
7 ^h	5 ^{mm} .9	4.7	96 proc.	67 proc.
8	5.8	4.6	59	78
9	5.5	5.2	63	90
10	5.3	5.1	75	90
1 Nachm.	4.7	3.9	63	62
2	5.8	5.0	52	91
5	7.1	5.3	70	74
6	6.9	4.5	99	96
Mittel	5 ^{mm} .2	4 ^{mm} .7	68 proc.	81 proc.

Wenn man sich einige Fuss über den Gletscher erhebt, so wächst zuweilen die Temperatur sehr rasch, aber die Dampfmenge und die Saturation weit langsamer, und daher besitzt die Atmosphäre 6' bis 8' darüber, mitunter eine grosse Trockenheit. — Auf den höchsten Gipfeln ist die Dampfmenge zwar immer gering, wegen der Kühle der Luft, aber wie die Schwankungen der Temperatur nach der Höhe hin abnehmen [doch nicht die täglichen Undulationen im Sommer], so auch die des Dampfgehalts; daher entsteht hier doch [wenigstens nicht unmittelbar über dem Schnee, der selber Dampfgehalt liefert] kein so geringer Saturationsstand, wie er in heissen Binnenländern bei continentalen Winden erfahren wird [aber in der freien grossen Atmosphäre wahrscheinlich doch auch bei anhaltender östlicher Luftströmung]. Bei 0° Lufttemperatur ist das Maximum der möglichen Dampfmenge 4^{mm}.6, es ist wahrscheinlich, dass in 11000' Höhe das absolute Maximum der Dampfmenge nur 6 bis 7^{mm} erreicht; daher folgert sich schon, dass auf den höchsten Gipfeln die atmosphärischen Niederschläge immer nur geringen Betrag bringen können. An einem sehr trocknen Tage bestiegen die Verfasser den Gross-Glockner, 12150' hoch, sie fanden hier gegen Mittag die Tension nur 2^{mm}.7 (bei Temperatur 20.5 R.), auch die Saturation niedrig, aber doch 47 proc., gleichzeitig war sie auch weiter unten in Sagriz (3520' hoch), nur 49 proc. und in Klagenfurt (1340' hoch) auch nur 50 proc. Folgende Befunde des Dampfgehalts auf hohen Gipfeln im Sommer werden mitgetheilt:

	Höhe.	Dampf-Tension.	Zeit.
Gross-Glockner	12150' hoch	2 ^{mm} .7	20. Aug. 12 ^h
Similaun	11130' -	4.0	13. Sept. 12 ^h
Adlersruhe	10430' -	4.6	29. Aug. 2 ^h
Pass Todtenlöcher	10340' -	4.5	1. Sept. 1 ^h
Rachern	10360' -	$\left\{ \begin{array}{l} 3.9 \\ 4.6 \\ 4.1 \\ 4.3 \end{array} \right.$	4. Sept. $\left\{ \begin{array}{l} 11^h \\ 1 \\ 2 \\ 4 \end{array} \right.$
Oetzthal-Gletscher	8900' -	4.8	11. Sept. 2 ^h
Niederjoch-Gletscher	8600' -	3 ^{mm} .8	13. Sept. 3 ^h

[Der Thaupunkt scheint nahe über der Schneedecke überhaupt niemals niedrig zu sein, wie ja auch deshalb hier schon geringe Temperatur-Unterschiede Nebel hervorrufen. Man muss bedenken, dass zugleich die Evaporation auf den Hochalpen in Folge der rarificirten Luft intensiv ist, und dass ihr dabei Schnee und Eis Material zu Dampfbildung bieten, ähnlich wie auf dem Meere. Indessen sind erst wenige Psychrometer-Beobachtungen von den Hochalpen bekannt, daher obige Angaben um so werthvoller. *) Ueber die intensivere Evaporationskraft der Hochalpen hat schon Saussure belehrt; die Verfasser sagen, diese betreffend, Thau und Reif würden hier oben durch die Verdunstung sehr rasch wieder entfernt. Diese sei unter dem geringen atmosphärischen Druck so bedeutend, dass nicht selten zu sehen sei, wie schwache Wasserfäden, die von geschmolzenem Schnee über Felsboden rieseln, unterwegs schon völlig verschwinden durch Verdunstung, zumal da wo durch Insolation der Fels bis zu 28° R. erwärmt ist (so gefunden in 10800' Höhe am Gross-Glockner, nahe der Adlersruhe). — Wolken und Regen. Die feineren Niederschläge, besonders der Thau, vermehren sich mit der Höhe in der Schneeregion (im Sommer) in Bezug auf Häufigkeit, aber die Menge der einzelnen nimmt ab, weil doch im Allgemeinen die ganze Dampfmenge geringer wird; auf den Gletschern findet sich eine sehr regelmässige Thaubildung, wie der fast gesättigte Zustand der Luft nahe über deren Oberfläche bedingt; des Nachts bildet sich daher, wenn die Temperatur unter 0° sinkt, fast immer reichlich Reif bei ruhiger Luft, mit seinen zarten Formen, auf allen Ecken der Gegenstände, bekannt unter

*) Uebrigens ist nicht zu vergessen, dass sie alle fürerst nur auf den Sommer sich beziehen. Wir lernen aber auch, wie sehr man als Quelle des Dampfgehalts hier das Schneelager berücksichtigen muss.

dem Namen „Gletscherblumen“, zuweilen mit Nadeln von $1\frac{1}{2}$ Centimeter Länge, oder auch kann Glatteis die Oberfläche überziehen. In weiten Ebenen und Thälern thaut es jedoch mehr als in engen Thälern. Regelmässig tritt Abends auf grösseren Höhen feinsten Nebel ein, und daher entsteht das eigenthümliche Strahlen eines zwischen Sonnenuntergang und dem Beschauer emporragenden Gipfels. In der That reichliche Dampfmenge bis zu hoher Saturation scheint in unmittelbarer Nähe über der Oberfläche der Schneedecke eine anzunehmende Thatsache. Bekanntlich ist ja auch Nebel- und Wolkenbildung für hohe Gebirge charakteristisch, freilich besonderer Weise vorzugsweise um die Mittagszeit; die localen Contraste der Temperatur in der Besonnung und im Schatten, in Thälern und auf Gipfeln, über Schneeflächen und Felsboden, bewirken kalte Luftzüge, und bei der erwähnten bleibenden localen Anwesenheit von Dampf wird die Nebelbildung erklärlich [mit Berücksichtigung auch der Ascensions-Strömung]. Die mittlere Höhe der Wolkenschicht, der cumuli-strati, also der Schicht mit grösster Saturation, ist im August, des Morgens 9 Uhr, zwischen 5000' und 6000', wenn sie im Aufsteigen begriffen, und des Mittags ist sie zwischen 7000' und 9000', dann ragen die einzelnen Gipfel inselartig aus der Wolkenschicht hervor. Die Mächtigkeit eines cirrostratus erkennt man beim Bergsteigen oft zu 600' bis 800'; dessen Oberfläche lässt lebhaftere Bewegungen erkennen; wie die Wolken rasch entstehen in kälterer Luft, so können sie auch rasch vergehen, wenn sie weiterziehend in wärmere Regionen gelangen. Auf manchen höchsten Gipfeln entsteht nach heiteren Nächten, in denen Ausstrahlung sie gekältet hatte, mit steigender Sonne, etwa um 10 Uhr, mit der Ascensions-Strömung, welche zugleich Dampfmenge von unten herführt, ein kleiner haftender cumulus, auch trotz den Winden bleibend; des Abends aber senkt er sich nieder, wie alle Wolken [ausser den cirri, welche ganz ausser dem Bereiche der täglichen aufsteigenden Luftströmung ziehen, mit dem Antipassat, von Südwest]. Die Cumulus-Wolke bekommt um Mittag meist halbkugelförmige Gestalt, kreisrund im Umfange, Abends aber sinkt sie ein und wird flach abgeplattet (ein stratus). Am Monte Rosa, der bekanntlich frei nach der italienischen Ebene hinsieht, war an der Südwest-Seite, in 9790' Höhe, (Vincent-Hütte) bei heiterem Wetter, das auch in Turin und Genf bestand, im September dennoch um Mittag gewöhnlich der Wolken-Gürtel zu bemerken, cumuli stellten sich ein, die Luft wurde

saturirter, auch ausserhalb der Wolken selbst. Die häufigste Wolkenart war hier cumulus; oft konnte man wahrnehmen, wie diese Wolken mit dem ersten Beginnen eines aufsteigenden Luftstromes, gegen 9 Uhr Morgens, erst sich bildeten, dann langsam sich erhoben und Abends eben so langsam sich senkten. Wenn die Atmosphäre dampfreicher war, so dass anstatt einzelner cumuli zusammenhangende Bänke von cumulus-stratus sich erhoben, dann blieb oder begann deren Höhe auch merklich niedriger; wie gesagt, im Allgemeinen liegt diese zwischen 5000' und 8000' hoch [im Winter ohne allen Zweifel weit niedriger]; nicht selten wurde die Wolkenmasse im Südosten um 800' bis 1200' höher getrieben. Das tägliche Aufsteigen der Wolkenmassen findet selbst noch an solchen Felsenspitzen statt, die weit über der Schneelinie erhoben sind; z. B. am 1. September 1851, zwischen 2 und 4 Uhr Nachmittags stand eine dunkle gleichförmige Wolkendecke mit ihrer Unterfläche 14500' hoch, indem die Gipfel des Monte Rosa darunter standen, erst nach 4 Uhr zerriss und verschwand sie grösstentheils, bis Sonnenuntergang, bei Eintreten nordöstlichen Windes. Einzelne cumuli aber erreichten oft bedeutende Höhe, selbst mit östlichen Winden. Auf der Oberfläche der Wolken kann der Glanz ungemein blendend sein. Die höchsten Wolken waren die cirri; sowohl s. g. Schäfchen und Windbäume wie auch die feinen netzartigen flachen cirri zeigten sich von 16000' bis 18000', aber auch 24000' und 40000' hoch, nach unsicherer Rechnung. Gewitter kommen noch vor in grossen Höhen, bis 12000' [doch seltner], merklich an den Wolken selbst und an den Spuren des Blitzes. Die Wolkenzüge lehren auch, dass locale Winde von verschiedenen Richtungen übereinander liegend sehr häufig sind, sonderlich wahrnehmbar an den kleineren Wolken an heiteren Tagen, weil deren Schnelligkeit weit ersichtlicher ist; als Maximum der Wolkeneile kann man wohl annehmen in einer Secunde 80' bis 100', doch ist diese Geschwindigkeit selten. — Regen-Verhältnisse. Grössere Häufigkeit der Regen in den Gebirgen in Vergleichung mit den Ebenen scheint eine ganz allgemeine Erscheinung zu sein; die Alpen gehören zu den Gebieten des reichsten Niederschlags in Europa, jedoch nicht mitgerechnet ihre Ostseite; ohne Zweifel aus der Ursache weil vorzugsweise der dampfreiche SWPassat an ihren Gehängen aufwärts geführt wird. Z. B. geht man ringsum, so beträgt die jährliche Regenmenge zu Tolmezzo 90 Zoll, Trient 40, Turin 35, Genf 28, Lausanne 35, Freiburg 44, Bern 42, Zürich 32, Tegernsee 43,

Salzburg 41, Linz 21, Wien 16, Grätz 21, also am meisten an der südlichen Seite (54"), dann an der westlichen (44), dann an der nördlichen (33) [am wenigsten an der östlichen (etwa 20)]. Aber an den beiden erstgenannten Seiten, in Süd und West, regnet es auch mehr im Herbst, an der Nordseite mehr im Sommer.*) Auf diesem jahreszeitlichen Unterschiede gründet sich eine wichtige und auffallende Verschiedenheit der Süd- von der Nordseite, betreffend das Gerathen der Ernten. Gute Ernten sind abhängig in den südlichen Alpenthalern von nassen Jahren, in den nördlichen dagegen von trocknen Jahren; dies erklärt sich dadurch, dass dort die Sommer von der jährlichen Regenmenge nur 26 proc. erhalten [schon Andeutung des nahen Subtropen-Gürtels] und an der Westseite sogar nur 16 proc., während sie auf der Nordseite 40 proc. bekommen [und wahrscheinlich im Sommer nicht wenig mit NW-Wind]. Noch eine andere Erscheinung ist auffallend, dass an der Südseite des mittelsten Alpenzugs [gewöhnlich die Central-Alpen genannt], z. B. im Möllthale in Kärnthen, die Vegetation und die Blüthezeit später beginnt als an der Nordseite; die Ursache hiervon liegt in dem Umstande, dass dort im Frühling mit dem Föhn noch heftige Schneefälle eintreten und diese Schneemassen erst geschmolzen sein müssen, ehe die Vegetation beginnen kann. — Schwierig ist die Frage über die Vertheilung des Regens in senkrechter Richtung, weil in der hohen Region Regenmessungen nicht wohl anzustellen sind. Man muss hier in dieser Hinsicht zwei Gruppen unterscheiden; in der ersten, bis 5000' hoch, ist keine Abnahme des Regens zu bemerken, im Gegentheil hier ist die Grenze der subalpinen Waldung, und in der Höhe von 4500' ist schon auch im Sommer kein Monat ganz schneefrei; in der zweiten Gruppe, beginnend zwischen 5000' und 6000' Höhe lässt sich aufwärts eine Abnahme der Regenmenge bemerken [indessen kennt man bedeutende locale Ausnahmen gerade an zwei meteorologischen Standorten über 7610' hoch, welche freilich beide nach Süden gerichtet sind, auf dem St. Bernhard 7650' hoch und zu Santa Maria auf dem Stilfser Joch, 7610' hoch, ist die jährliche Regenmenge bez. 59 und 97 Zoll; dies begreift aber nicht

*) Im allgemeinen geographischen Systeme der Regen-Vertheilung liegen die Alpen zwar der sommerlichen nördlichen Grenze des Subtropen-Gürtels nahe, aber schon völlig im fünften Gürtel, d. i. „mit Regen in allen Jahreszeiten“, ausser im Südwesten. Dies ist wichtig zu beachten, wie überhaupt die geographisch-meteorologische Auffassung weit mehr Beachtung verdient als sie bis jetzt erfahren hat.

grössere Menge der Regentage]. Die Tiefe des ewigen Schneelagers hat man oben hin abnehmend gefunden. Bei 7000' Höhe ist die Grenze der Alpen-Wirthschaft. In der eigentlichen Schnee-Region, von 9000' Höhe aufwärts, nehmen die Schneefälle in Vergleichung zum Regen rasch zu und haben auch in jedem Monate des Sommers die Oberhand über den Regen, jedoch ohne diesen ganz zu verdrängen [im Sommer steigt die Hypsothermlinie von 0° bis 10200' Höhe]. Wahrscheinlich ist aber, dass auf den höchsten Regionen im Winter viel heitere Tage herrschen und weniger Schnee fällt. Auf den höchsten Gipfeln und Kämmen bewirken selbst an heiteren Tagen im Sommer vorüberziehende Wolken ein leises Niederschauern von feinkörnigem Schnee. Früher hat man die wässerigen Niederschläge in den Hochalpen zu gering angeschlagen. Man meinte, wässerige Niederschläge in der Erhebung über 10000' gar nicht mehr annehmen zu dürfen, indess der Verfasser versichert, doch mehrmals in grösserer Erhebung anhaltenden Regen erfahren zu haben, aber die Tropfen waren kleiner und nicht sehr zahlreich [Zumstein hat einmal auf dem Monte Rosa noch in 11000' Höhe Regen, freilich mit Schnee gemischt, erfahren]. Es war einmal Gelegenheit bei einem sehr allgemein verbreiteten Regen die Unterschiede der gleichzeitig gefallenen Menge zu vergleichen im Tieflande und im Hochlande; sie betrug in Lienz (2310' hoch) 1'', auf der Johannis-Hütte (7580' hoch) nur 0''.7. Der Gipfel des Similaun, 11130' hoch, im Oetzthale war im Jahre 1842 völlig schneefrei geworden, fünf Jahre später, 1847, fand der Verfasser hier das Schneelager zu 8' mächtig. [Ueber den Schnee heisst es in Tschudi's „das Thierleben in der Alpenwelt“, 1853, S. 428: Die Schneeregion wird gebildet durch zerrissene Berggestelle, zwischen denen Hochthäler voll Eis und Trümmer ausmünden; von Hochebenen und Tafelland ist nie die Rede; es ist eine stark geneigte Region, zumal längs des mittleren Alpenzuges vom Montblanc bis zum Orteles hinziehend, mit drei höchstgipfeligen Gruppen, des Monte Rosa, des Finsteraarhorn, des Bernina [und des Orteles]. Der Schnee, der in diesen Höhen fällt, ist nicht grossflockig, sondern trockner, feinkörnig, Rieselschnee. Ueber 10000' Höhe regnet es wahrscheinlich niemals mehr. Man hat wiederholt die Beobachtung gemacht, dass über 10000' Höhe nur eine geringe Schneemenge fällt, und dass die grösste Menge Schnee etwa zwischen 7000' und 8000' hoch herabkommt. (Nach Dollfus fällt in der Region von 9000' Höhe,

in der Schweiz jährlich etwa 52' Schnee, aber in Folge des Drucks und der Verdunstung reducirt sie sich auf 15' Mächtigkeit)].

IV. Luft-Elektricität. Die Luft-Elektricität auf hohen Bergen, zumal auf freien Gipfeln und Abhängen, ist gewöhnlich weit stärker als im Tieflande; enge Thäler zeigen an heiteren Tagen wegen der Höhe der Bergwände nur sehr geringe Spuren von Elektricität. Auch auf Gipfeln, besonders aber längs den Abhängen, ist die Spannung der Elektricität zwar unmittelbar über dem Boden sehr gering, aber sie wächst sehr rasch mit der Entfernung über der Bodenfläche. Man findet in den Gebirgen wie in den Ebenen die Elektricität der Luft gewöhnlich positiv; da negative Elektricität im Tieflande gewöhnlich nur bei Gewittern, Nebeln und Schneefällen eintritt, war zu erwarten, in der Wolken-Region die negative Elektricität öfters zu finden. Man fand die negative Elektricität hier besonders häufig beim ersten Beginnen des Nebels und bei Schneefällen mit grossen feuchten Flocken [auch vielleicht bei eintretendem Föhn oder Anti-Passat]. Bekanntlich ist in unmittelbarer Nähe der Wasserfälle die Elektricität gewöhnlich negativ. — Der Ozongehalt scheint in grosser Höhe etwas stärker zu sein als im Tieflande. — Die Kohlensäure der Atmosphäre nimmt an Menge zu mit der Höhe, vorzugsweise auf isolirten Gipfeln, z. B. im Tieflande, am Fusse der Alpen, 0.0042 bis 0.0048, war sie in Höhen von 10000' bis 13000' über 0.009 und 0.0095 [man kann den Zweifel nicht zurückhalten, ob bei diesen und anderen Untersuchungen Sicherung bestand, dass die eignen Ausscheidungen aus den Lungen der Untersuchenden nicht mit gemessen worden].

Im Oetzthal-Gebirge (Gletscher, 6000' bis 11000' hoch). K. Sonklar von Innstädten, Die Oetzthaler Gebirgsgruppe, in besonderer Hinsicht auf Orographie und Gletscher. 1860. [Der Verfasser hat zwei wissenschaftliche Reisen in den Tyroler Alpen ausgeführt, zuletzt im Jahre 1856; bei diesen topographischen, streng mathematisch und physikalisch gehaltenen, sehr werthvollen Untersuchungen vermisst man leider häufig die Angabe der Höhen, von denen die Rede ist, und auch die Temperatur-Verhältnisse]. Die Oetzthal-Gruppe ist ein Massengebirge (im Osten liegt der Brenner Pass, im Westen Nauders, im Norden das Innthal, im Süden das Etschthal, ein Viereck bildend); dies ist klimatologisch von Bedeutung, die Schneegrenze steigt hier höher; das Gebiet im engeren Sinne hat etwa 43 Quadratmeilen im Umfange, davon unter der Erhebung von 4000' liegen nur 4, aber über 6000'

31 Quadratmeilen. Es kann daher behauptet werden, dass sich nirgends in Europa ein so weit über 6000' erhobener Boden von solcher Ausdehnung wiederfindet, und dass deshalb die Oetzthaler Gebirgsgruppe als eines der merkwürdigsten Hochländer Europa's anzusehen ist. Der grosse Hauptkamm des Oetzthaler Gebirges im engeren Sinne kann bezeichnet werden durch die Wildspitze, 11940' hoch, den Similaun, 11300', die Weisskugel, 11840', und die beiden Prochkögel; und enthält bei bedeutender Mittelhöhe eine grosse Zahl hoher Gipfel (davon sind 151 über 8200' hoch gefunden), überlagernder Schneefelder und Gletscher. In Uebereinstimmung hiermit steigen auch die Temperaturlinien hier höher, die Schneelinie bis 9000', Firnlinie 8350'; in den Thälern liegen nicht wenige Dörfer noch über 5000' hoch, Dorf Gurgl, ein Pfarrdorf, liegt 5986' hoch; die Kornbau- und Waldgrenzen steigen damit auch, namentlich in den Thälern Oetzthal, Fenderthal, Gurglerthal, Pitzthal und Kaunerthal. Das Gebirgssystem kann als ein 5120' hohes Plateau angesehen werden, auf welchem die Kämme die mittlere Höhe von 9510' haben mit einem mittleren Gefäll von $20^{\circ}17'$; die herrschende Gesteinsart ist Glimmerschiefer, der Getreidebau reicht im Mittel bis 5400', der Baumwuchs bis 6600', die Sträucher bis 7300', Wohnungsstätten bis 6460', die Wiesen bis 8000'; das ewige Eis bedeckt den achten Theil mit 14 primären und 215 secundären Gletschern, sie stehen in Verhältniss zur Ausdehnung der Firnfelder, jedoch die secundären Gletscher hängen ab mehr vom Vorhandensein hoher Kämme und Gipfel. Die Grösse des Gletschers [Remissions-Theil] verhält sich zum Firnfeld [Receptions-Theil] im Mittel wie 1 zu 3.7. Die Eintheilung der Gletscher in „erster und zweiter Ordnung“, nach Saussure, oder in „Thal- und Firn-Gletscher“ nach B. Studer, mag der Verfasser dahin präcisiren, dass er Gletscher der ersten Ordnung bestimmt als „diejenigen, welche mit dem grössten Theile ihrer Zunge in tiefen Thälern liegen (nicht über 12° bis 15° im Mittel geneigten) [jedoch ist noch nicht ein wichtiger Unterschied einbegriffen, man muss unter den Gletschern unterscheiden: die mittels Schmelzens endigen und die mittels Abbrechens endigen, auf zu geneigtem Gefälle; jene entsprechen allermeist der ersten Classe Saussure's und Studer's, diese der zweiten, also 1. „Schmelz-“ und 2. „Bruch-Gletscher“]. Im Ganzen sind die Bedingungen für das Entstehen langer Gletscher im Oetzthale weniger günstig, da die Thäler ungewöhnlich sanfte Neigung haben, meist breit sind und auch die Menge der

Niederschläge weit geringer ist als in den westlichen Alpen. Der Aletsch-Gletscher des Finsteraarhorn hat 72000' Länge, der Gorner-Gletscher des Monte Rosa 45000', der Glacier des Bois (Mer de Glace) des Montblanc 44000' und der Gepatzsch-Gletscher des Oetzthal-Gebirges doch 33900', der Gurgler-Gletscher 30000'. Den jährlichen Verlust der Gletscher durch Abschmelzen der Oberfläche rechnet der Verfasser zu $7\frac{1}{2}$ Fuss [das ist wenig, verschieden nach der Höhe], den jährlichen Zuwachs der Firnschicht zu 3 Fuss; die mittlere Höhe des Gletscherendes ist bei den primären [d. i. nicht abgebrochenen] 6650', am tiefsten bis 5800', auch steileres Gefäll und nördliche Lage begünstigen die Verlängerung; die secundären erreichen freilich weit höher ihr Ende, z. B. in 8500' und 9600' Höhe, die Ursache liegt zum Theil in dem Umstande, dass sie häufig auf Felsabstürze treffen [solche Eisstürze oder Abbrüche finden sich aber auch mitten im Firnmeere]. Den kleinsten Fallwinkel hat der Gurgler-Gletscher, mit $5^{\circ}.2$, im Mittel ist er 9° (der Finsteraarhorn 12°); bei den secundären aber mehr, 18° bis 20° . Uebrigens ist die Exposition der primären Gletscher hier nur gegen Norden hin, weil die Südseite zu steil abfällt. Im Ganzen befinden sich diese Gletscher jetzt in langsamem Vorrücken. Wichtig sind des Verfassers Untersuchungen und Befunde über die Körner-Structur des Gletschereises; die Entstehung der Gletscherkörner ist verschieden gedeutet, Hugi hielt sie für die Körner des Firnschnee's selbst, Andere erklären sie durch Risse; Verfasser prüfte die optischen Eigenschaften und fand mittelst der Turmalinzange, dass feine Platten des Gletschereises unter dem Polarisations-Apparate Farbenringe der (optisch) einaxigen Krystallsysteme zeigen, woraus folgt, dass das Gletscherkorn ein Krystallindividuum ist [dies spricht für die Ansicht, dass das Gletschereis gebildet ist aus dem feinen trocknen Firnschnee des höheren Firngürtels durch Compression, indem es allmählig vorrückt und über sich neue Schichten bekommt; das Gletschereis ist comprimierter Firnschnee; der näher der Firnlinie liegende Schnee rückt bald vor und schmilzt auf dem Gletscher bald ganz weg. Uebrigens sollen diese Untersuchungen seitdem weiter geführt sein und hat sich ergeben, dass auch das gewöhnliche Eis, direct entstanden aus Wasser, dieselbe optische Erscheinung zeigt; in der That, Schnee ist ja auch schon und nur Eis]. Eine schwache Quelle fand der Verfasser (auf dem Hangerer, welcher, obgleich 9640' hoch, keinen Schnee mehr trug) noch in 8400' Höhe mit Temperatur von $0^{\circ}.8$, eine andere 7300' hohe

Quelle hatte sogar 4° R. — Der Verfasser hat mehre Tage in der ersten Hälfte des August 1856 in einer Hütte am Gurgler-Gletscher zugebracht, 8760' hoch, gerade auf der Firnlinie. In einigen ungeheuren Eishöhlen waren die durchaus horizontal streichenden Lagen zu bemerken, nach unten hin dünner werdend, bis sie sich verloren im prachtvoll blauen Eisschlunde. Die stehenden kleinen Gewässer auf der Oberfläche der Gletscher gewannen an warmen Tagen stets die Temperatur von $0^{\circ}.1$ bis $0^{\circ}.3$ C. Eisseen heissen solche Seen, welche in Folge von Stauung eines Gletscherbaches durch einen quer vorliegenden anderen Gletscher entstehen, z. B. am Ende des Langthales bildet sich ein solcher See in Folge Vorliegens des Gurgler-Gletschers, in 6900' Höhe; am grössten wird dessen Wassermenge im Frühling, aber allmähig eröffnet er sich unter dem Gletscher einen Ausweg im Juli und fliesst ab bis September, wo er sich wieder schliesst. Der Verfasser meint, dass sich dies erkläre dadurch, dass in die Tiefe das schwerste Wasser bis $3^{\circ}.3$ R. erwärmt sich senke, wenn auch kälteres oben sich finde. — Die Spalten erkennt er als Gravitations-Spalten durch beschleunigte Bewegung des näher dem Ende oder auch der seitlich liegenden Theile; letztere sind nicht transversal, sondern schräg, er möchte sie Differenzial-Spalten nennen; er nimmt auch an, dass der mittlere Theil des Gletschers rascher vordringe und auch die oberen Schichten [auch aus diesem Grunde werden transversale schräge. Begünstigt muss unstreitig die Spaltenbildung werden da, wo plötzlich die Gravitation stärker wirkt, d. i. über vorspringenden Winkeln des Bodensubstrats, dann entstehen auf der Oberfläche des Eisstromes in Folge der Cohärenzbeschaffenheit des Eises, welches compressibel aber nicht expansibel zu denken ist, convergirende Einrisse. Ohne Zweifel müssen jedoch über einspringenden Winkeln des Bodens umgekehrt auch an der Unterfläche Einrisse entstehen, welche selten sichtbar werden, aber doch öfters als Höhlen in der Nähe der steilen Kämme und als „Bergschründe“ erwähnt werden, sie wären „divergirende“ Spalten zu nennen; oder jene gleichen einem umgekehrten Prisma, diese einem stehenden. Nicht unwahrscheinlich kommen auch an der Unterfläche zahlreiche divergirende Spalten vor, namentlich aber auch Längsspalten in der Mitte an engeren Stellen des Bettes; diese erleichtern und erklären auch das Hindurchfliessen der Gletscherbäche durch die mehre hundert Fuss mächtige Masse, mit einer Temperatur von nahe 0° gleichmässig versehen]. — Der Anfang des Gurgler-Gletschers liegt an

der Hochwildspitze 11000' hoch, [richtig lässt der Verfasser den Gletscher schon oben mit dem Firnfeld beginnend], die ganze Länge ist 31600', die des Firnfeldes allein 17600', die des eigentlichen im Sommer firnfrei werdenden Gletschers 14000', die Firngrenze lag hier in 8760' Höhe; die mittlere Neigung des Firnfeldes war $2^{\circ}.51'$, des eigentlichen Gletschers $8^{\circ}.7'$, doch mit manchem Wechsel; die Oberfläche des eigentlichen Gletscherstroms verhält sich hier ungewöhnlich gross zum Areal des Firnfeldes, wie 1 zu 3 [also das Gebiet der Remission im Sommer ist hier gross im Verhältniss zum Gebiet der Reception im Jahre]; die Ablation wird im Mittel zu $7\frac{1}{2}$ Fuss angenommen [diese richtet sich vorzüglich nach der Temperatur der Luft, also muss sie sich abstufen mit der Höhe des Gletschers; die meteorologischen oder wenigstens die thermischen Verhältnisse sind überhaupt noch zu wenig bei der Gletscherlehre, Glaciologie, berücksichtigt]. — Die vielbesprochene Bänderstructur der Gletscher hält Verfasser für die ursprüngliche Schichtung selbst [dazu kommt noch, dass die Ablation auf der Oberfläche am unteren Ende zunehmend eine schräge Richtung der Oberfläche selbst geben und, die Schichtenfolge auch schräg durchschneidend, wie concentrische Linien erscheinen lassen muss). „Vielfache Erfahrungen lassen erkennen, dass in der Gletschermasse, oberhalb wie unterhalb der Firnlinie, die ursprüngliche Schichtung aus den jährlichen und einzelnen Schneefällen kennbar sich erhält“, sagt der Verfasser. Die Ablation fand man im August zu täglich 15 Linien [in 8700' Höhe, Forbes schätzte sie zu 40 Linien in 5700' Höhe. Die tägliche Bewegung war weit bedeutender in der Mitte der Oberfläche; nach 5 Tagen gemessen betrug sie hier für den Tag $771^{\text{mm}} = 2.5$ Fuss [sonst nur 1 Fuss im Mittel]. Die mittlere Tages-Temperatur der Luft an der Firngrenze, hier 8760' hoch, zeigte folgendes Schema:

21.	August	$4^{\circ}.8$	R. Nebel, Regen und Schnee.
22.	-	$3^{\circ}.0$	Nebel, Schnee und Süd Sturm,
23.	-	$1^{\circ}.4$	Süd Sturm, heitrer Morgen, dann Regen u. Schnee.
24.	-	—	heiter und warm.
25.	-	—	heiter und warm.
26.	-	$1^{\circ}.6$	heitrer Morgen, Abends starker Schnee.

Gletscherbäche waren auf der Oberfläche zahlreich, die Temperatur des grössten war $0^{\circ}.12$ R.; sie stürzen, vereint zu einer ungeheuren „Gletschermühle“, unter die Oberfläche. [Un-

streitig beginnt die Quelle jener Gletscherbäche schon weiter oberhalb der Firnlinie im Firnfelde]. — Mehre einmündende secundäre Gletscher sind am unteren Theile sehr stark geneigt, stellenweise mit 40^0 und 50^0 ; sie zeigen dabei sehr klar die Bänderstructur; sie brechen fast alle mit senkrechten Eiswänden ab, und diese lösen sich häufig, bei dem unausgesetzten Vorrücken der Masse, und stürzen mit donnerartigem Getöse in die Tiefe, was besonders in der lautlosen Stille der Nacht eine unbeschreiblich grossartige Wirkung hervorbringt [deutliches Beispiel von Bruch-Gletschern, und von zu Tagetreten des Innern der Firnfelder als schon fertiges Gletschereis]. Die Ursachen, warum in Tyrol und überhaupt in den östlichen Alpen die Gletscher im Ganzen von geringerer Länge sind als in den westlichen Alpen, scheinen darin zu liegen, dass der jährliche Niederschlag dort geringer ist, zumal im Winter; wenn Agassiz die Mächtigkeit der jährlichen neuen Firnlage auf dem Unteraarhorn-Gletscher zu 6' bis $7\frac{1}{2}'$ ansetzt, schätzten sie Schlagintweits in Tyrol nur zu 3'; ausserdem reicht die Schneelinie wegen des massigeren Bodens, wenigstens in der Oetzthaler Gruppe, höher, ist überhaupt der Umfang des Bodens, welcher die Schneeregion bildet, geringer, und ferner zeigt die Configuration des Glimmerschiefers kleinere Hochmulden, anstatt der umfangreicheren Becken im Granit und Gneis der West-Alpen. Auch die Moränen beginnen nicht erst unterhalb der Firnlinie, sondern, eingebettet im Eise unter der Firnschneedecke, kommen sie nur frei hervor erst auf dem Gletscher; daher sieht man viele Moränen oft schon in geringer Entfernung unterhalb der Firnlinie mit grosser Macht auftreten und so zunehmen bis zum Ende des Gletschers [der Gletscher also kann auch im Innern wenigstens an den Seiten mit Felssteinen durchstreut sein, freilich fallen diese nur von den Felswänden, und müssen meistens nur an den Seiten der Schneefelder sich finden]. Mehre Gletscher haben sich seit den letzten 10 Jahren, nachweislich durch Messen, zurückgezogen; z. B. seit Schlagintweits Untersuchungen im Jahre 1847, freilich die Mehrzahl scheint im Vorrücken begriffen, wie gesagt. Bei einigen sind Oscillationen nachgewiesen, z. B. am Vernagt-Gletscher, der gegen das Rosenthal in Zeiträumen von 25 bis 84 Jahren schwankt [eine grossartige säculare, etwa funfzigjährige Oscillation eines Gletschers wird angegeben am Simplon, wo aber dann ein Abbruch erfolgt, von ungeheurer Dimension]. Auch hier sind die Spuren der früheren Eiszeit in Schliffen an den Felsen, mehre hundert Fuss über der

jetzigen Oberfläche der Gletscher zu erkennen. — Die Bewegung des Vernagt-Gletschers ist ausserordentlich rasch; in der neunzehnmonatlichen Zeit, vom 13. November 1843 bis 1. Juni 1845, betrug sie täglich 89 Zoll (7 Fuss 5 Zoll) (die schnellste bekannte, auf dem Mer de Glace, war nur 52"), am 1. Juni 1845 konnte man das Vorrücken sogar mit freiem Auge erkennen. — Uebrigens fand der Verfasser einige Angaben anderer Beobachter (Forbes) nicht bestätigt, z. B. rascheres Vorrücken im Sommer als im Winter, vielmehr umgekehrt (übereinstimmend mit Agassiz, der wenigstens auch im Januar und Februar fast wie im Mai und Juni, ein Maximum der Bewegung fand). Die Vergleichung mehrerer Gletscher zeigt verschiedene Jahreszeiten des Maximums der Bewegung; demnach scheint die Jahreszeit ohne Einwirkung darauf, und Forbes Gesetz, dass die Bewegung beschleunigt werde wenn die Luft-Temperatur über 0° steht, ist nicht stichhaltig; dem Verfasser scheint es, dass eher die Gletscherbewegung am grössten ist im Frühjahr, am geringsten im Herbst, aber im Winter grösser als im Sommer. Auch geht die Schnelligkeit der Bewegung nicht etwa immer zusammen mit der grösseren Neigung und der Breite des Bettes, wenigstens nach Beobachtungen am Vernagt-Gletscher [demnach wirken mehre Ursachen dabei, die untereinander sich wieder aufheben können]; auch die Spalten hängen ab nicht nur vom Neigungswinkel, sondern auch vom Maasse der Bewegung. Allerdings ist das Gletschereis keine vollkommen starre, sondern eine verschiebbare Masse, aber sie ist doch nicht einer zähflüssigen Masse gleichzustellen. Ueber die Abschmelzung an der Unterfläche ist zu sagen, dass diese wenigstens in der Höhe von 6500' unmöglich von einem nennenswerthen Betrag sein kann [? der Verfasser erwähnt mehrmals, nach G. Bischof, dass in dieser Höhe, 6500', die Boden-Temperatur 0° sei; indessen hier liegt freilich die Jahres-Hypsothermlinie von 0°, aber wir wissen, dass auf den Gebirgen die Quellen-Temperatur und die Linien der tellurischen Boden-Temperatur aufsteigen mit dem Boden und daher die Quellen-Temperaturlinien einige Grad wärmer sich halten als die der Luft; wirklich fand auch G. Bischof in nahe 6000' Höhe die Temperatur der Quellen noch zu 2°.6 R.; indessen würde die Temperatur des mächtigen Gletschers hier doch das Bestimmende sein, und diese muss beständig, in Folge des durchfliessenden Schmelzwassers, nahe über 0° sich halten, kann selbst im Winter auf der Oberfläche nur bis mehre Fuss tief die äussere Kälte annehmen (s. IV.

Grindelwald-Gletscher im Winter). Nun aber findet man ja Quellen noch bis 8400' Höhe; auch der Gletscherfluss der Unterfläche findet sich ja schon weit höher als 6500' und muss doch immer etwas über 0° Temperatur haben, also schmelzend wirken (in welcher Höhe der untere Gletscherfluss beginnt, ist nie erwähnt). Demnach kann man eine Abschmelzung auch an der Unterfläche schon in grösserer Höhe nicht ablehnen, wohl aber ist diese nicht nur Folge der Temperatur des Bodens]. Bei Gelegenheit einiger Wasserfälle auf der Gletscherfläche, welche schalenförmige Aushöhlungen bewirkt hatten, erwiesen die Erscheinungen auf das bündigste die relativ schnellere Bewegung der oberen Eisschichten im Ver-
gleiche mit den tieferen (was auch schon Hugi und Martins u. A. gefunden haben). Allenthalben war die Temperatur der oberen Gletscherbäche 0°.1 C. — Auch am Taschach-Gletscher wiederholt sich, dass dieser vor ein Seitenthal sich gelegt hat und dessen Bach, den Weg versperrend, zum Eis-See gezwungen hat (in 7200' Fuss Höhe); wieder auch schmelzt sich dieser Bach eine Oeffnung unter der Gletscher-Unterfläche, und zwar mehrmals; zugleich ein Beweis für festes Aufschliessen der Unterfläche auf den Boden des Bettes in solcher Höhe, wie es nicht weiter unten Statt findet. [Sollten nicht Beispiele vorgekommen sein, dass der untere Gletscherfluss schon weit über 6500' und 7200' und 8000' vorhanden ist?] — Der grösste Gletscher der östlichen Alpen ist der Gepaatsch-Gletscher, der siebente im Range der ganzen Alpen; Firnfeld und Gletscherstrom sind zusammen 35750' lang, das Firnfeld allein 19000', mittlere Breite des Firnfeldes 10200', mittlere Breite des Gletschers 2000', Areal des Firnfeldes 173318000 Quadratfuss, des Gletschers allein 46760000 Quadratfuss. Ausgezeichnet ist dies Firnfeld als ein umfangreiches und ebenes Hochplateau, $\frac{3}{4}$ Meile lang, $\frac{1}{2}$ Meile breit, mit der mittleren Höhe von 9700'. Das Thor dieses Gletschers hatte am 3. September 48' Höhe, 60' Breite, die äussere Luft hatte Temperatur 3°.5 R., der Gletscherfluss 0°.7 R.; ein hier abgeschlagenes Eisstück zeigte sich sehr durchsichtig, die Farbe hatte einen Stich in's Grünliche, die Gletscherkörner waren von der Grösse eines Hühnereies und Splitter davon ergaben unter der Turmalinzange die bekannten Farbenringe; an den Wänden konnte man das Ausbrechen der Structurbänder mit grosser Deutlichkeit erkennen. — Der Malaag-Gletscher gab als ein ganz kleiner, dicht unterhalb der Firnlinie endigender [d. h. doch wohl abgebrochener] Gletscher Gelegenheit zu einem lehrreichen Anblick

der Firnmasse im Durchschnitt; etwa in 8800' Höhe richtete sich eine pralle Gletscherwand auf, von der die Firnmasse abgelöst war, auf eine Tiefe von 30' bis 50'; dieser Firndurchschnitt zeigte nicht nur die horizontale Stratification des Schnee's mit aller Nettigkeit, sondern auch zwischen den Lagen einige dünne, aber ununterbrochene Einlagerungen von Sand und Steinchen, durch blaues Eis unter sich verkittet, die als dunkle scharfe Linien auf weissem Grunde sich darstellten; und dies beweist wieder klar, dass die Bänderstructur des unteren Gletschers nichts Anderes ist, als die durch die successive Metamorphose [zumal durch Druck] geänderte Schichtung des Firnschnee's. — Ueber die Minderung der Luft-Temperatur mit Zunahme der Höhe hat der Verfasser an einem anderen Orte eingehender sich ausgesprochen (Ber. der k. Akad. d. Wiss. in Wien 1860, S. 58). Als Grundlage diente eine Zusammenstellung der Monatsmittel für 61 meteorologische Standorte in den Alpen des österreichischen Gebiets. Auch nahe liegende Gegenden können grosse Verschiedenheiten in den Mittelwerthen der Temperatur zeigen; für die Ost-Alpen beträgt die Erhebungsstufe für die Abnahme der Temperatur um 1° R. im Allgemeinen 843 Fuss [?man kann nicht anders als dies bezweifeln; ohgleich wegen grösserer Breite der Bodenerhebung die Isothermlinien hier höher steigen als in den schmaleren Theilen der Alpen, ist doch eine so bedeutend grössere Höhe der Abstufungen (anstatt 660') kaum wahrscheinlich]. Für die einzelnen Monate ergeben sich darin grosse Unterschiede; auch im Innern und an breiteren Stellen der Alpen sind die Stufen grösser. [?] Zeitweise eigenthümlich ist die Winter-Temperatur mit zunehmender Höhe milder werdend in einigen Alpentheilen, z. B. in den karnischen und südlichen norischen. Diese Zunahme der Temperatur nach oben hin kann sich im December und Januar noch auf um 3 bis 4000' höhere Regionen erstrecken, sogar im Mittelwerthe sich äussernd; der Verfasser erklärt dies durch untere NO.-Strömung, während in der Höhe der Aequatorial-Strom herrscht [auch die Kälte kommt von unten her durch Ausstrahlung].

Auf dem Gross-Venediger in Salzburg, 12100' hoch (?). J. von Kürsinger und F. Spitaler, Der Gross-Venediger in der norischen Central-Alpenkette 1843 [die noch nie erstiegene Spitze dieses höheren Nachbars des Gr. Glockner wurde am 3. September 1841 zuerst erreicht von 26 Mann, unter einer Gesellschaft von 40, die es versuchte]. Am 2. September Nach-

mittags verliess man Neukirchen, ging das Salzauthal aufwärts und übernachtete in einer Alphütte (Hofer-Hütte) auf dem Heu. Um 6 Uhr anderen Tages betrat man den Gletscher (Sulzbacher Gletscher), Steigeisen wurden angeschnallt und das Gesicht mit Oel und Pulver bestrichen. Um 6 Uhr betrat man das oberste etwa 4 Stunden lange Schneefeld; um 8 Uhr sah man nach Uebersteigung vieler Spalten eine grosse, nur sanft ansteigende Gletscherebene vor sich, aber leider begann der Schnee nun seine harte nächtliche Eiskruste zu verlieren und die Füsse traten immer tiefer ein; die Ermüdung nahm zu, der Durst wurde brennender, der Athem kürzer, die Neigung zur Uebelkeit und die Pulsschläge mehrten sich, die Haut des Gesichts und die Augen begannen zu schmerzen, die Transpiration wurde stärker, aber ohne Schweisstropfen. Bei Mehren steigerten sich diese Erscheinungen zu dem Grade, dass sie zurückbleiben mussten, auf dem Schnee liegend, in erbärmlichem Zustande [wahrscheinlich viel psychische Ursache]. Um 9^{1/2} Uhr erreichten die Ersten die Spitze; der Weg dahin führte neben aufgethürmten Eisblöcken und Klüften; im Süden (in Tyrol) lagerte tief unten ein Nebelmeer, die Luft war windlos, der Himmel völlig klar, von tiefstem Blau, die Temperatur war auf dem letzten Firnfelde, zwischen 8 und 11 Uhr, noch 6° bis 2° R., etwa 300' unter der obersten Spitze hatte der Schnee in 10" Tiefe nicht völlig —1° R., aber auf der obersten Spitze wurde, bei schnellem Luftzug mit Nebeln, die Kälte strenger, sie fiel bis —6° und —10° R.; gegen 11 Uhr war die Nebeldecke mit Eisnadeln flimmernd höher gestiegen, doch nach Nordost war die Aussicht frei auf das Tauern Gebirge u. s. w. (das Barometer war zerbrochen). Auf dem Rückwege langte man beim Keeskaar wieder an um 3 Uhr, man wagte den Weg quer über den Gletscher [Kees heisst hier Gletscher], und kehrte um 6 Uhr in der Alpenhütte ein; die Ermüdung der Höhe hatte sich verloren. Alle brachten eine nie gekannte Aufregung des Organismus mit, dessen Sturm erst nach mehreren Tagen sich legte, aufgesprungene Lippen, entzündete Augen u. s. w. Der Sulzbach-Gletscher hat ein grossartiges Geklüfte mit steilen Eismauern gemischt. Vor dem breiten Felsenfusse des Gipfels erstreckt sich eine ungeheure Schneepläne, hier werden die „Keesklüfte“ seltener, aber um so tiefer [Bergschründe]. Ein früherer Versuch der Besteigung (1828) missglückte, weil eine ungeheure Keeskluft den Zugang unmöglich machte; dieser riesige Abgrund ist aber seitdem fast gänzlich verschwunden und man traf nur noch

Spuren davon. Uebrigens fassten Alle einstimmig den Beschluss, trotz allen Beschwerden im nächsten Jahre die Fahrt zu wiederholen. Das Oel mit Schiesspulver zum Schutz des Gesichts hat sich bewährt; zu empfehlen ist frühes Aufbrechen, Schneereifen für die Füsse und als Zeit der September, weil dann kein Gewitter zu besorgen ist, frischer Schneefall ist wegen Rutsch-Lawinen gefährlich. Die Kälte ist unstreitig in der dünneren Luft weit schwerer zu ertragen; auf den Pässen zwischen Oberpinzgau und Tyrol, 6000' bis 8000' hoch, kommen daher fast jährlich Erfrierungen vor, doch nicht wegen absolut tiefer Temperatur, denn auf den erwähnten Tauern-Pässen ist selbst im strengsten Winter die Temperatur niemals ungewöhnlich niedrig, was die Vielen bezeugen, welche sie, namentlich zu Anfang Februar, in grossen Zügen (Weber) dann übersteigen. Auch in den weit niedrigeren, noch bewohnten Hochthälern des Gebirges bemerkt der gemeine Mann, dass im strengen Winter die Kälte nicht in gleichem Verhältnisse zunimmt wie im Tieflande, ja dass es dort häufig merkbar wärmer bleibt, weshalb sogar der Ausdruck sagt: „die Wärme zieht sich im Winter auf die Berge hinauf“ [die Amplitude der monatlichen Undulationen ist ja auch grösser im Tieflande, nicht nur die Wärme, auch die Kälte kommt der Atmosphäre von unten, letztere durch Ausstrahlung oder, und oft plötzlich, durch den Polarstrom, und dieser reicht nicht hoch hinauf; dies wird überall bestätigt]. — Zweite Besteigung. Am 6. September 1842 unternahmen sie 8 Mann. Auf dem Wege von Mittersill nach Neukirchen erblickte man schon im Rosenthal den Gr. Venediger in blendender Weisse. Um 2 Uhr erreichte man die Hofer-Hütte im Obersulzbach-Thal; es war Absicht, gleich höher zu gehen und zu übernachten in der am Keeskaar (d. i. Gletscher-Thor) erbauten Venediger-Hütte [leider ist die Höhe viel zu selten angegeben], wohin der Weg auch schon über Gletscher geht. Indess die zwei Führer verspäteten sich. Am 6. September war ein schöner Morgen, man ging ab erst um 4 $\frac{1}{2}$ Uhr, weil Tageshelle nöthig war. Um 8 $\frac{1}{2}$ Uhr war die neue Hütte erreicht. Die Temperatur der Luft war 10°, bis zur Spitze nahm sie allmähig ab, bis 6° R.; kein Wind, schönster Morgen. Man betrat nun die höhere Gletscherregion [das Firnmeer], der Schnee blieb ziemlich hart; erst nach 12 Uhr wurde die Spitze erreicht, bei schönem, mild warmen Wetter, die Aussicht war ergreifend, die Tauernkette zu den Füßen, in weitem Umkreise Gebirgswelt, in feierlicher Stille,

kein Lüftchen wehte, kein Wasser rauschte, kein lebendes Wesen war zu sehen, in der Höhe waren einzelne Nebelwölkchen, auch einige der Riesengipfel zeigten Gewölk. Um 2 $\frac{1}{2}$ Uhr trat man den Rückweg an; um 7 $\frac{3}{4}$ Uhr war man schon wieder in der Hofer-Hütte. Diesmal war keine so grosse Ermattung eingetreten wie auf dem ersten Zuge. Die Temperatur blieb aber auch um etwa 4° höher auf dem ganzen Wege; die physiologischen Symptome stellten sich zwar wieder ein, aber weit gelinder. Am Ende des Gletschers zeigte das Wasser des Gletscherbachs eine Temperatur von nahe 0° R. [leider ist diesmal nicht auch in das Schnee- oder Eislager ein Thermometer eingesenkt]. Niemand kann zweifeln, dass dies Abfliessen aus der Unterfläche des Gletschers nur herrühren kann von einem Durchsickern des auf der Oberfläche geschmolzenen Eises. Als man in der verticalen Wand der Eismasse ein Loch eingehauen hatte, konnte man hinter den grossen durchsichtigen Eiskörnern deutlich die einzelnen Wassertropfen niedergleiten sehen, womit auch in Verbindung steht, dass die Temperatur des Innern beständig auf 0° oder nur sehr wenig darunter sich hält. Uebrigens hatte die Gletscherwelt seit dem vorigen Jahre mehre Aenderungen erfahren; Klüfte hatten sich verengert, andere erweitert. In der Schneeregion bildete der Schnee nur eine dünne Decke über dem unterliegenden Eise. In der Nähe des Klein-Venedigers führte der Weg an einem tieferen, mehre Klafter weiten, langen Eisgewölbe vorüber, in diesem waren deutliche Schichtung des Eises und auch Eiszapfen zu bemerken, welche letztere nicht mehr ihre ursprünglich senkrechte Richtung hatten, sondern eine geneigte, zum Beweise, dass ihre Eisschichten sich gesenkt hatten. [Dies ist eine werthvolle Bemerkung, ein fernerer Beweis, dass das Gletschereis ursprünglich schon nahe bei den höchsten Gipfeln anfängt, wenn auch hier mit dem Schneemantel bedeckt, und vielleicht wieder ein Beispiel von den „Berg- oder Gipfelschründen“, als divergirenden Spalten, über einspringenden Winkeln des Gefälls.]

VI.

Die Vorberge und der Hochboden in Graubünden und die Thal-Region in Wallis.

Inhalt. Rhätische und Glarner Alpen, Klimatologie und organische Welt. — Glarner Alpen, niedrigere Gipfel. — Die Hochthäler Graubünden's, Davos, Orographische Pathologie. — Engadin, Klima und orographische Pathologie. — Das Rhone-Thal in Wallis, Klima.

Rhätische und Glarner Alpen (Klimatologie der unteren Gebirgs-Region, 2400' bis 4000'). O. Heer, Beiträge zur Pflanzengeographie, Zürich 1835. [Man findet hier über den jährlichen Gang des Wetters, zunächst nur im Canton Glarus, Angaben, die aber allgemeinere Verwendbarkeit in unterer Bergregion für die Alpen in horizontaler und in verticaler Richtung haben, auch werden die Grenzen des organischen Lebens gezogen. Der Verfasser hat mehrere Jahre in Matt (2560' hoch) meteorologische Beobachtungen angestellt, dieser Ort liegt im Senfterthale an der nordwestlichen Seite des Gebirgszuges, der vom St. Gotthard nach Nordost gerichtet ist und das Hochland Graubünden begrenzt]. Da in den Berggegenden von Glarus der südliche oder südwestliche Wind, der Föhnwind, oft ganz merkwürdige Anomalien in dem Gange der Temperatur bringt, so kann nur eine lange Reihe von Jahren genügende Beobachtungen liefern. Nicht selten ist in Folge davon die Temperatur der Atmosphäre mitten im Winter in der montanen Region, d. i. von 2400' bis 4000' Höhe,*)

*) Der Verfasser theilt als Botaniker diese Gebirgs-Gebiete (die K. Ritter nur unterscheidet in Hoch-Alpen, Mittel- und Vor-Alpen) in vertikaler Richtung in folgende 5 Stufen von 1500' Höhe oder Regionen:

- | | | | |
|------------------|------------------|--------------------|-----------------|
| 1. Regio nivalis | 10000' bis 8500' | 4. Regio subalpina | 5500' bis 4000' |
| 2. - subnivalis | 8500' - 7000' | 5. - montana | 4000' - 2400' |
| 3. - alpina | 7000' - 5500' | (6. - collina | 2400' - 700') |

Diese Eintheilung muss man nach oben und unten hin noch verlängern, um sie für das ganze Alpen-Gebiet zu gebrauchen, sie anfangen bei 700' Thalregion und fort-

bedeutend höher als in den tieferen Regionen, weil unten nördliche, oben aber südliche Winde wehen (z. B. auf dem Rigi, 5540' hoch, im Januar 1847, war es mehre Tage hindurch wärmer als in Zürich, am 31. Januar war die Differenz 6 bis 7° R., nach Horner); im Winter wird die Kälte oft bedeutend und dann kann auf einmal der Föhn erscheinen. Sehen wir in noch höhere Region, so scheinen hier dieselben Anomalien noch verstärkt vorzukommen; nicht ganz selten weht namentlich im Spätherbst ein wärmerer Wind dort oben und blühen noch viele Pflanzen, während in der montanen Region ein kalter Nordwind haust; z. B. am 7. October 1831 war die Lufttemperatur auf dem Schönbühl (6200' hoch) um Mittag 15^{0.5}, während am 6. October, der eben so warm war, in Matt (2560' hoch) sie nur 12° war. Die Temperatur der Quellen fand der Verfasser in Matt (2560' hoch), wo die klimatische Temperatur des Jahrs etwa 5° R. ist, zu 6°, Quellen in 4000' bis 5000' Höhe fand er von 5^{0.5}, 8°, 7°, 5°, 6°, 4° und 5° R., in 6630' Höhe eine von 2^{0.2}, woraus sich grosse Schwankung ergiebt, aber auch die zunehmend langsamere Abnahme der Quellen-Temperatur nach der Höhe hin in Vergleichung mit der Luft-Temperatur.***) In den höheren Regionen findet sich auch häufige und grosse [tägliche] Undulabilität der Temperatur, an welche die eigentlichen Alpenpflanzen gewöhnt zu sein scheinen; so fand der Verfasser z. B. Anfangs September 1828 in der Höhe von 7800' Fuss, (Subnival-Region) den Boden ganz fest zugefroren, während mehre Pflanzen eben in schönster Blüthe standen (Aretien, *Potentilla frig.* etc.), sie litten nicht im geringsten von diesem Froste, thauten Mittags bei bedeutender Wärme wieder auf und blühten ganz fröhlich weiter. — Winde. In eingeschlossenen Thälern ist es ungemein schwer, die verschiedenen Winde von einander zu unterscheiden; das Hauptthal des südöstlichen Theils des Canton Glarus zieht sich im Allgemeinen von Süd nach

führen bis 14700' Höhe (Kuppen-Region). Die Nival- oder Firn-Region, d. i. das Gebiet oberhalb der Schneegrenze, muss man nothwendig ferner unterscheiden in zwei oder drei Gürtel, den unteren, mittleren und höchsten, in Stufen von 2000' Höhe:

1. Unterer Firn-Gürtel von 8200' bis 10000'
2. Mittlerer 10000' bis 12000'
3. Höchster 12000' bis 14700'.

*) Die tellurische Wärme, d. i. die eigne Erdwärme unterhalb der Insolations-Schicht oder terrestrischen Wärme, die hier etwa 80' mächtig anzunehmen ist, oder die Bathotherm-Linien der Erde, folgen den Erhebungen des Bodens.

Nord, daher findet man unten im Thale nur südliche und nördliche Winde: auch der Wolkenzug lässt nicht östliche oder westliche Richtung unterscheiden, weil zwischen den hohen Bergen die Wolken häufig umhergetrieben werden. Im Ganzen sind die nördlichen die häufigsten im Jahre, jedoch weniger im Winter, mehr im Sommer [! das Barometer könnte hierbei wohl entscheiden über Anwesenheit des einen oder des andern Passats]. Im Winter ist in der That die Zeit der südlichen Winde, des Föhns; bekannt sind in diesen Bergthälern die fürchterlichen Südstürme, die zuweilen in der Winterzeit toben, „wilde Föhne“ genannt, im Sommer, Juni bis August, ist davon keine Spur; im September erscheinen sie gewöhnlich zuerst, besonders aber zeigen sie sich am Ende des Herbstes und Anfang des Winters, December, jedoch sehr selten in der Mitte des Winters, Januar und Februar; während sie im März grässlich wüthen verlieren sie sich wieder im April. [Auch in den norddeutschen Ebenen ist die Intensität der Winde am grössten im November und im März, und schwächer im Sommer, aber dennoch können in Mittel-Deutschland Stürme auch im Sommer vorkommen, ist dies nie der Fall an der Nordseite der Alpen, so spricht dies schon dafür, dass die nördliche Grenze des Subtropen-Gürtels sich hier dann geltend macht, wo der Südwest-Passat nicht oder schwächer den Boden berührt]. Aber in höheren Regionen erlebte manchmal der Verfasser auch im Sommer wüthende Südstürme. Im December 1831 dauerte ein Föhn acht Tage hindurch, die Temperatur stieg von -6° bis 6° R., der Himmel wurde heiter, nur einige Cirri zeigten sich [diese Zeugen des Anti-Passats]; bei Tage ziemlich ruhig wüthete er vorzugsweise des Nachts; bemerkenswerth ist, dass er immer stossweise weht; am 10. liess der Südwind gegen Mittag bedeutend nach und Nachmittags zog der Nordwind heulend in Matt ein, sogleich fiel das Thermometer um 1° [das Barometer ohne Zweifel stieg, es war Passatwechsel], und Niederschlag als Regen erfolgte. — Regen und Schnee. Die Südwinde sind dampfreich, aber sie zeigen dies oft nur in der Höhe, als Cirri-Wolken; ihre Wärme löst bestehende Nebel auf, wenn aber die kälteren nördlichen Winde sich nähern tritt der Dampfgehalt als Regen oder Schnee hervor; je häufiger beide Winde wechseln, um so häufiger wird es regnen. Heitere Tage waren im Jahre vom August 1831 bis 1832 zu Matt 107, Regen- und Schneetage 84 [das wären sehr wenige, in Mittel-Deutschland rechnet man etwa 150 im Jahre, aber ein Jahr kann bekanntlich nicht entscheiden]. In Vergleichung

mit dem tieferen Lande hat die montane Region im Winter viele helle Tage, und die Nebel, welche so häufig die tiefere Schweiz im Winter überdecken, erscheinen dort nur höchst selten, gewöhnlich nur am Eingange der Thäler. Freilich wird dennoch zuweilen an einem Tage oder in einer Nacht die Erde über einen Fuss hoch mit Schnee bedeckt. Gewitter kommen vier bis zehn im Jahre, am meisten im Juli und August, nicht selten mit Wasserstürzen, welche die Berge lawinenartig herabfliessen und zuweilen die schönsten Wiesen mit Schutt überdecken, s. g. „Runsen“; Hagel ist damit verbunden, vorzüglich Graupeln, er fällt im Hochgebirge mehr als im Thale, öfters hat man bemerkt, dass es in den Alpen gehagelt hat während es im Thale nur geregnet; Thau bildet sich sehr reichlich in heiteren stillen Nächten, aber nie bei Föhnwind, weil dann die Wärme auch bei Nacht hoch bleibt. In den höheren Regionen ist die Menge der Niederschläge weit bedeutender, wenigstens in der sommerlichen Zeit, auch häufiger sind hier Wolken und Regen oder Schnee; im Winter aber ist hier das Wetter häufig sehr schön und klar, indessen fallen dann zeitweise ungeheure Massen von Schnee auf einmal; auch die Mächtigkeit des Schneelagers im Winter ist zunehmend nach oben hin [bis zu gewisser Höhe]. — Gang der Jahreszeiten. Im September versucht der Winter zuerst aus den oberen Regionen ins Thal abzudringen, der Föhn kommt herab [die Schneelinie erhält sich bekanntlich in ihrer Höhe, 8200' hoch, noch bis zu Mitte Septembers], hier ist zunächst wieder die Rede von Matt im Senfenthal, 2560' hoch, doch erst im November haus't der Winter sich ein, der December ist in der Regel kalt, die Erde dann gewöhnlich mit ziemlich tiefer Schneeschicht bedeckt, aber zuweilen schmilzt sie doch wieder weg, und können sogar blühende Pflanzen sich zeigen (z. B. *bellis perennis*), im Jahre 1826 war von Anfang November bis 15. December die Erde mit Schnee bedeckt, vom 15. bis 21. December war sie ganz schneefrei und die Temperatur des wehenden Föhn sehr mild; am 23. December fiel wieder eine Schneeschicht von 2 Zoll Höhe. Derartige Wechsel erfolgen mehrmals im Winter. Im Januar ist nicht selten die Schneedecke 4 bis 5 Fuss hoch. Der Januar ist gewöhnlich der kälteste Monat, wilde Nordstürme durchbrausen dann häufig das Thal, es fallen grosse Schneemassen; öfters aber umspannt wochenlang das herrlichste Blau den Himmel und erglänzen die Sterne prachtvoll; das Nebelmeer der tieferen Regionen erhebt sich nur selten zur montanen

Region; der Februar ist zwar schon bedeutend wärmer, aber mit vielen Stürmen und Niederschlägen; noch mehr Niederschläge giebt es im März, zuweilen als Regen, Südstürme hausen; im April schmilzt der Schnee in Masse zusammen und füllt die brausenden Wasserbäche. Schneezeit ist also von November bis Mitte April, dann erscheint meist der Föhnwind und schmelzt oft unglaublich rasch allen Schnee fort, so dass man diesen „sinken sieht“, er wird weich und stürzt hinunter als „Grundlawinen“; dagegen mitten im Winter, wenn auf hartgefrorner Schneedecke frisch gefallener Schnee abrutscht, entstehen „Staublawinen“; jene Grundlawinen kommen meist bei Föhn, diese Staublawinen bei (dem trocknen) Nordwind. Stellenweise schwindet der Schnee eher an Gehängen als auf sohligem Boden. Meist erst Ende April oder Anfang Mai kommen die warmen Regen und treiben die Pflanzen rasch empor. In der ersten Hälfte des Mais können in Matt die Kühe auf die Wiesen gelassen werden. Dann erfolgt das Treiben der Vegetation sehr rasch. Im Mai ist voller Frühling. Nur in den drei Sommermonaten, Juni bis August, fällt gar kein Schnee, sondern allein Regen (oder Hagel). In den höheren Regionen wird die sommerliche Zeit zunehmend kürzer. Aufwärts von der alpinen Region an, 5500' hoch, fällt Schnee in allen Jahreszeiten, zuweilen noch mitten im Sommer sogar in der subalpinen, 4000' bis 5500' hoch, für kurze Zeit, bei Nordwind. Gewöhnlich aber bleibt auch auf der Sub-Nival-Region, 8500' hoch, der Schnee erst zu Anfang Septembers liegen, am Ende Septembers in die alpine vorrückend und Mitte oder Ende Octobers in die subalpine. Die Aelpler beziehen mit ihrem Vieh die Weiden in folgenden Stufen, Ende Mai oder Anfang Juni in der Montan-Region bis 4000' hoch, Mitte oder Ende Juni oder Anfangs Juli ziehen sie in die subalpine, Ende Juli oder Anfang August in die alpine und Mitte oder Ende August sogar nahe an die subnivale, bis 7000' hoch. Der Rückzug beginnt Mitte Septembers und geht weit rascher abwärts; am 11. October müssen, nach alten Gesetzen, alle Alpen verlassen sein. — Ueber die obersten Grenzen des thierischen und pflanzlichen Lebens. Auch oberhalb der Schneelinie, etwa 8500' hoch, giebt es Inseln im Firnmeere, wo der Boden im Sommer schneefrei wird, wenn auch nur auf wenige Wochen, Oasen in der schauerlichen kalten Wüste; hier findet sich noch einiges organisches Leben. Die letzten Pflanzen, welche das organische Leben beschliessen, sind Flechten, die

höchsten Spitzen sind noch damit bekleidet; ihnen folgen die Moose, in diesem Moospolster sind häufig Blüthenpflanzen eingebettet, von denen die höchsten auch moosartige Tracht haben, *Androsace penina* ist gleichsam auf den äussersten Posten gestellt, z. B. auf dem Piz Linard, 10700' hoch, Schreckhorn u. a.; ihr folgen *Gentiana*, *Chrysanthemum*, *Ranunculus*, *Saxifraga*, *Poa*; diese sind auf Firninseln 10000' bis 10700' noch gefunden; weiter unten kommen noch mehre hinzu, zwischen 9000' und 10700' finden sich etwa 60 Arten, noch weiter unten, bis zur Schneelinie, bei 8500' Höhe, kommen noch 46 Arten hinzu, also etwa 106 Arten auf den Inseln der Nival-Region, sämmtlich perennirende, darunter zwei Weiden [genauer nur auf der unteren Nival-Region, dem Firngürtel, 10700' hoch, bis wohin im Juli die Hypsothermlinie von 0° hinaufschwankt, und wo es noch regnet].*) Die letzten Thiere**) reichen nicht ganz so hoch wie die Pflanzen, wenn man nur die wirklich oben sich nährenden rechnet, die perennirenden; die letzten dieser Thiere sind Spinnen, 5 Arten zwischen 9000' bis 10000' Höhe, *Opilio glacialis*, sie kommt nicht unter 7000' hoch vor, eine kleine rothe Milbe *Rhyncholophus nivalis* u. a.; unter 9000' bis 8500' kommen noch hinzu 8 Arten Spinnen, 13 Käfer, 3 Schmetterlinge auch als Raupen, 1 Holzlaus, 1 Schlupfwespe, 1 Schnecke (32 Arten). Hiervon sind 24 Raubthiere [vielleicht dienen ihnen die vielen vom Luftzuge nach oben geführten Flügelinsekten zur Nahrung]. Eine Schneemaus sah man noch in 10000' und 12000' Höhe, wandernd vermuthlich. Diese hohen Nival-Arten der Pflanzen sind ausschliesslich der Nival-Region angehörend, setzen sich nicht fort in den Thälern, (ähnlich die meisten der Thiere), aber die isolirten Gipfel der verschiedensten Gebirge tragen dieselben Arten und nicht wenige finden sich auch auf den Polarzonen.

Glarner Alpen (Schneeregion auf isolirten niedrigeren Gipfeln), 8000' hoch. Joh. Hegetschweiler, Reisen in den Gebirgstock zwischen Glarus und Graubünden, Zürich 1825. Das Gebirge, was die nördliche Grenze des Graubündner Hochbodens (der Bernina-Gruppe) bildet, zeigt eigenthümliche Gestalt, indem die einzelnen Berge durchgängig steil abgerissen sind, grosse Massen bilden und

*) Der rothe Schnee (*Protococcus nivalis*) reicht nicht viel höher als die Schneelinie.

**) Die Gamsen, beiläufig gesagt, gehören nicht hierher; sie halten sich besonders in der Nähe der Schneegrenze, wo ihre Weide sich findet, und nur auf der Flucht gehen sie höher; so auch die Marmelthiere.

in breiten flachen Kuppen endigen, zu oberst eine Gletscherebene tragend [Tafelberge], unter denen als höchster der Tödi, 11110' hoch, hervorragt. Aber auch niedrigere tragen noch Schnee und Eis, z. B. der Glärnisch, 8900' hoch, mit einem gewaltigen Gletscher bis 7000' herabsteigend; der Kärfpfstock hat bis gegen 1000' unter dem Gipfel Schnee und Eis, obgleich er nicht viel über 8000' sich erhebt; der 9600' hohe Hausstock sendet an seinen beiden dachähnlichen Seiten 3600' lang, bis 6000' hoch abwärts, Firn und Gletscher. Dagegen der wenig über 7000' hohe vordere Glärnisch wird in der Mehrzahl der Jahre mehr als zwei Monate schneefrei [also ohne Gletscher]; und auch der Zutreibestock, nicht völlig 8000' hoch, wird zuweilen schneefrei, der Mürtschenstock, 7700' hoch, wird nur fast nie schneelos. Auf beiden Seiten des Sandgrat, 8600' hoch, liegen Schnee und Eis, 2000' hinab, u. s. w. *) Aus allem diesem geht hervor, dass in diesem nordöstlichen Gebirge der Schweiz kein [isolirter] Berg, welcher wirklich die Höhe von 8000' erreicht, ohne zusammenhängende Schnee- und Eisdecke ist, aber mehrere nahe unter dieser Höhe in der Reihe der Jahre mitunter schneefrei werden. Man muss daher hier die Schneelinie der Firnfelder eher unter als über 8000' Höhe ansetzen; [aber die Gletscherbildung erweist sich schon auf 8600' hohen Gipfeln, also bei einer Erhebung der Gipfel von 600' über die Schneelinie schon so bedeutend, dass dann die Eismassen perenniren und vorrückend um 1000' niedriger in einer Gletscher-Zunge sich fortsetzen können]. Wegen der meist steil abfallenden Wände endigen die Gletscher gewöhnlich nicht durch allmäligen Vorrücken und Wegschmelzen, sondern durch Gletscherbrüche und Stürze. Nach den bekanntlich sehr langen und schneereichen Wintern der Jahre 1816 und 1817 sind alle Gletscher auch im Canton Glarus bedeutend vorgerückt. Oscillationen in der Ausdehnung der Gletscher sind unzweifelhaft, aber es scheint bis jetzt nicht möglich, einen bestimmten Beweis weder für absolute Zunahme noch Abnahme des Eises auf den Hochalpen zu geben. [Obige Angaben beweisen, dass die Hypsothermlinien höher aufsteigen auf massigeren Bodenerhebungen, d. h. wenigstens

*) Auch das Faulhorn 8250' hoch hat schon seinen Gletscher; man kennt hier die mittlere Temperatur des Juli 3^{0.2} R., da diese aber auf dem nur um 600' niedrigeren St. Bernhard-Hospiz 5^{0.4} beträgt (um 2^{0.2} höher), ist damit die niedrigere Temperatur isolirter Gipfel wieder erwiesen. Winterbeobachtungen sind hier vielleicht möglich.

die sommerlichen verticalen Temperaturlinien und die des ganzen Jahresmittels. Genau ausgesagt, wissen wir noch nicht, ob dies Gesetz auch die winterlichen Linien begreift, auch nicht, ob es über die Schneelinie hinaus auf dem Eislager Giltigkeit hat].

Die Hochthäler Graubündens, Davos etc., orographische Pathologie (46° N, 8° O), 3000' bis 5700' hoch, Meyer-Ahrens, Balneolog. Spaziergänge in den Alpen (Deutsche Klin. 1862, Monatsbl. f. med. Stat. No. 10). Der Verfasser wanderte über Chur und Reichenau, ins Bündner-Oberland. Von Reichenau, 1804' hoch, beginnt man zu steigen, über Tamins 2100' hoch, Trins 2640' hoch, nach Flims 3400' hoch, einsam, sonnig und schön zwischen Alpenwiesen gelegen, der Ort liegt noch etwas höher als Grindelwald im Berner Oberlande, er scheint dem Verfasser als „Luftcurort“ empfehlenswerth; Churwalden, 3730' hoch, in einer freundlichen Thalstufe, wird in neuerer Zeit benutzt als Luft- und Molkencurort, namentlich auch als Mittelstation für Solche, welche von tieferen Orten, z. B. Ragaz, 1600' hoch, Zürich 1250' hoch, nach St. Moritz, 5460' hoch, gesendet werden; das Klima in Churwalden ist im Verhältniss zur Höhe sehr milde; während der sechs Sommermonate, Mai bis October, beträgt die mittlere Temperatur 7° bis 13° R., sie hält sich dann meist über 3°, erreicht aber selten über 21°; das folgende Dorf Parpan liegt um 900' höher (4630'), auch dies wird in neuerer Zeit als Uebergangsstufe der Luftcur benutzt, ehe man noch um 830' höher steigt, nach St. Moritz. Auf dem Wege nach Davos kommt man durch Glaris, 4470' hoch, dieser Ort eignet sich auch zum Curort und hat eine schöne Zukunft vor sich. Eine Stunde davon liegt Davos, 4790' hoch, über dessen Noso-Orographische Verhältnisse*) äussert sich der Landschafts-Arzt Spengler: Das Klima ist gesund, eigentlich endemische Leiden fehlen; häufig sind Lungenentzündung, Croup zumal im Frühjahr bei anhaltendem Nordostwinde, Keuchhusten zuweilen, chronische Herzleiden; selten sind Unterleibs-Entzündungen, Meningitis, Puerperalkrankheiten, Epilepsie und Hysterie, die Ruhr, selbst wenn sie im Tieflande heftig herrscht, Chlorosis soll früher ganz unbekannt gewesen sein, auch Skrofeln sind kaum vorhanden, und

*) Diese sind sehr beachtenswerth und stimmen überein mit den allgemeinen Befunden und mit der allgemeinen Lehre, indess bleiben freilich statistische Angaben zur Vergleichung zu wünschen, ja erforderlich.

mitgebrachte heilen hier rasch. Cretinismus findet sich hier nicht. — Zu Zeiten werden sporadisch: Scharlach, Blattern, Typhus, öfter kommen Masern-Epidemien; chronische Hautleiden sind selten, ausser Krätze; ehemals ist die Pest auch hier oben gewesen (zumal 1585). — Syphilis kommt nicht vor. — Der Aufenthalt in Davos eignet sich vorzüglich bei Scrofulose und Chlorose, auch soll der Erfolg ausgezeichnet sein bei chronischer Lungen-Tuberculose, wenn sie noch nicht zu weit vorgeschritten ist; und zwar ebenso gut im Winter wie im Sommer, doch nicht im Frühjahr und Herbst, und bei akuter fieberhafter Phthisis ist der Aufenthalt entschieden schädlich. — Hernien sind häufig, Fussgeschwüre sehr selten.

Das Engadin (St. Moritz) (Klima und Morbilität) 5460' hoch. *) Ch. Brügger, Ueber das Klima von St. Moritz (in Meyer-Ahrens, die Heilquell- und Curorte der Schweiz, Th. 2, S. 629): In ganz Europa ist kein Thal zu finden, dass bei solcher Erhebung über dem Meere eine solche Ausdehnung hat, 18 Stunden Länge, und noch in Dorfschaften (und städtischen Gebäuden) bewohnt wird. Vielleicht sind ihm am nächsten zu stellen das Oetz-Thal und Etsch-Thal in Tyrol, das Lys-Thal am Monte-Rosa. Dies lange und hohe Innthal hat auch sehr mässiges Gefäll, vom untersten Dorfe, Martinsbruck im Nordosten, 3130' hoch, erstreckt es sich aufwärts nach Südwest, hat bei Tarasp 4310', bei S. Moritz 5460' Höhe. Am anschaulichsten wird diese hohe Lage des Engadins, wenn man aus den westlichen Niederungen endlich die beträchtliche Höhe der Gebirgspässe erreicht hat, dann aber unmerklich in den Thalgrund hinunter zu steigen hat, oder im Thalgrunde fast ebenen Fusses zu den Eisfeldern gelangt, die aus der Gletscherwelt der Bernina in die Seitenthäler herabstarren. Das Engadin zieht sich zwischen zwei gleich hohen Gebirgszügen, mit gewaltigen Gebirgsstöcken und zum Theil vergletscherten Kämmen und rauhen Gebirgspässen, gelinde abfallend, von Südwest nach Nordost, bis zur grenzscheidenden Thalschlucht bei der Martinsbrücke; es wird vom Inn durchströmt, der von 15 Gletschern gespeist wird. Wenn man von irgend einem vorspringenden Punkte das lange Thal hinabsieht, so erblickt man in endloser Reihe, bis in neblige Ferne, einen Bergfuss hinter dem andern hervortreten,

*) Nach den neuen Angaben von Dufour (Karte der Schweiz) soll die Höhe des Ortes St. Moritz 6100', des Curhauses 5890' betragen.

eben so viele Seitenthäler [coulissenartig] andeutend, welche zwischen diesen Vorsprüngen wenige Stunden weit in die Seitengebirge eindringen, gleichsam wie Fischgräten dem Hauptthale angehörend. Auf diesem Grunde erheben sich die Gebirgswände an beiden Seiten bis zu 8500', wo stellenweise der Schnee nicht mehr schmilzt, doch ohne die gewaltigen Abstürze und die steilen Felswände mit schäumenden Wasserfällen, welche dem Berner Oberlande so wilde Romantik verleihen. Längs diesen Abhängen ziehen sich vier Vegetations-Zonen aufwärts, unten im Thale die grünen, bewässerten Wiesen, mit Getreidefeldern und weissen Dörfern, dann an dem aufsteigenden Abfall ein Gürtel mit dunklem Nadelholz, dann eine Alpenregion und darauf kahles bröckelndes Gestein, worauf hohe Kämme und Hörner ragen, wechselnd mit Flecken ewigen Schnee's oder kleinen Gletscherfirnen. Mit dem breiteren Umfange erhebt sich auch die sommerliche Erwärmung des Bodens hier höher als auf schmalerm Hochboden [mit breiteren Massen der Bodenerhebungen steigen die Hypsothermlinien höher als auf schmalerm oder isolirtem Gebirgsboden; dies bezieht sich vornehmlich auf die Sommer-Temperatur; es ist noch fraglich, ob es auch die Winter-Temperatur begreift, doch ist dies wahrscheinlich; wenigstens betrifft es die mittlere Temperatur des ganzen Jahrs], das Klima ist wärmer und die Vegetation kann ihre Grenzen höher schieben [auf dem Brocken im Harz endet die Baumgrenze völlig schon bei 3000' Höhe]; der Wallnussbaum betritt dies Thal nicht mehr, indem er in Tyrol bei Ried 2270' hoch stehen bleibt; aber Obstbäume, Kirschen, Birnen, Aepfel gehen noch vor bis Sins und Schuls, 4410' hoch; doch ist eigenthümlich der grosse Mangel an grossen Laubbäumen, die Ortschaften entbehren dieses Schmuckes, aber auch dem Walde fehlen Eichen, Buchen, Ulmen, Ahorn; nur Gebüsch aus Erlen und Birken trifft man, aber verschwindend gegen die Bedeutung des Bestandes an Nadelholz; Tannen, Föhren, Lärchen und Arven erreichen eine sonst kaum gekannte Grösse. Gartengewächse und Kartoffeln, wie auch die bedeutendsten Getreidearten reichen hoch bis in das Ober-Engadin; der Roggen schießt noch in hohe Halmen bei Schuls (4410' h.), er hört auf bei Zutz (5280'), die Sommergerste hört erst auf bei Samaden (5360'). Das Ober-Engadin ist breiter als das Unter-Engadin; das ganze Thal hat etwa 20 Quadratmeilen und 10000 Einwohner in 21 Ortschaften. Das Klima besteht aus einem langen Winter, aber angenehmen Sommer, wenn auch mit wechselnder Temperatur, in der dünneren Luft, zuweilen

bis zum Reif des Nachts, jedoch nicht bis zum Frost in der Luft über dem Boden; auch kann bei brennender Mittagssonne ein schneidender Luftzug wehen; dennoch im Allgemeinen ist die Luft angenehm, die leichte Atmosphäre, der tiefblaue Himmel erheitern; es fällt zwar starker Thau, aber die feuchten Nebel der tieferen Regionen sind hier fast unbekannt [es scheint das Klima hat breite tägliche Undulabilität im Sommer]; um Mittag kann die Wärme bis 16° und 20° R. steigen. Man rechnet die Curzeit zu $2\frac{3}{4}$ Monaten, vom 21. Juni bis 10. September (82 Tage). „Engiadina terra fina, se non fosse la pruina (Reif)“ ist ein Spruch. Aber rasch geht der Sommer in den Winter über, herbstlicher Reif überzieht die Gelände, Ende November frieren die Seen zu, Schnee bedeckt den Boden, die starre Erde schlummert unter dem reinsten Himmel, und noch in späteren Frühlingstagen, wo eine äusserst trockne Luft weht [die Luft ist überhaupt hier so trocken, genauer so evaporationskräftig (und dies ist wichtig für die Beurtheilung des Klima's) dass Fleisch an der Luft gedörret wird], trägt die Schneedecke Schlitten. Nach Süden hin bildet die Grenze vom Veltlin die grossartige Bernina-Gruppe [vom Piz Languard hat man eine Rundschau, welche gegen tausend Gipfel von über 8000' Höhe erblicken lässt].

Die meteorischen Verhältnisse zu St. Moritz, 5460' hoch, wenigstens der Sommerzeit, sind nach 4 Jahren 1856 — 1858 folgendermassen gefunden. (Die Quelle, reich an Kohlensäure, mit Kalk und Eisenoxydul, ergiebt als unveränderliche Temperatur im Jahre $4^{\circ}.5$ und eine andere $3^{\circ}.5$, danach ist die mittlere klimatische Temperatur des Jahrs vorläufig vielleicht anzunehmen zu $3^{\circ}.0$ R.) Mittlere Temperatur des Juli $9^{\circ}.0$ R., des Morgens 5 bis 6 Uhr $5^{\circ}.1$, des Mittags 1 bis 2 Uhr $13^{\circ}.1$, des Abends 9 Uhr $7^{\circ}.7$, absolutes Maximum 20° , absolutes Minimum $1^{\circ}.7$ [demnach wäre die mittlere Amplitude der täglichen Fluctuation im Juli wohl zu gross angegeben 8° R.; sie ist in Brüssel $5^{\circ}.4$, in Halle $7^{\circ}.3$, in Genf $7^{\circ}.4$, in Nertschinsk freilich $9^{\circ}.0$, auf dem Gr. St. Bernhard $4^{\circ}.6$]*), die absolute monatliche Amplitude der Undulationen des Juli ist $18^{\circ}.3$ [Beobachtungen um 2 und 3 Uhr, anstatt um 1 und 2, würden die Temperatur vielleicht noch etwas höher angeben].

*) Die täglichen Undulationen scheinen eine grosse Amplitude zu haben, das giebt ein tageszeitlich excessives Klima, oder auch, in präcisem Ausdruck, breite Undulabilität ist charakteristisch, wenn auch nicht eine frequente und eine plötzliche.

Die mittlere Temperatur des Juni ist 8^o.1, des Juli 9^o.0, des August 7^o.4, des ganzen Sommers 8^o.2. Folgendes sehr unvollständiges meteorologisches Schema lässt sich aufstellen:

	Mittl. Temp.	Heitere Tage.	Trübe Tage.	Nebel-Tage.	Reif-Tage.	Regen-Tage.	Gewitter-Tage.	Winde herrschend.
Juni	8 ^o .1							
Juli	9 ^o .0	14	3	4	3	12	16	NO. (SW.)
Aug.	7 ^o .4	21	2	5	4	8	4	SW. (NO.)
Sommer	8 ^o .2							

Das Klima erfordert Winterkleidung auch im Sommer, obgleich es im Allgemeinen so gesund ist, dass die Einwohner meist ein hohes Alter erreichen und keine besondere endemische Krankheiten vorkommen; jedoch die Temperaturwechsel veranlassen oft Lungenentzündung, Rheuma (akutes und chronisches), Katarrh u. s. w.

In näherer klimatologischer Hinsicht, über die orographische Krankheits-Constitution und die Benutzung als Luftcurort theilt Dr. Brügger seine Erfahrungen mit. Das Klima und das eisenhaltige Mineralwasser zu St. Moritz harmoniren vortrefflich und unterstützen sich gegenseitig in heilsamer Wirkung. Die orographische Krankheits-Constitution der Gegend von St. Moritz zeigt manche erhebliche Unterschiede von der des Tieflandes. Selten sind Digestionsleiden, Oligaemie und Chlorose; Scrofeln und Tuberkeln kennt man fast nur als exotische Produkte, jene verschwinden bei längerem Aufenthalte in dieser Alpenluft meistens, die Anlage zu (Lungen-) Tuberkulose wird durch den hiesigen Aufenthalt sehr geschwächt und die Krankheit in ihrem ersten Stadium sehr oft geheilt oder wenigstens für längere Zeit in ihrer Entwicklung aufgehalten; jedoch die schon weit vorgeschrittene Krankheit endigt gewöhnlich rascher mit dem Tode. Maralialeiden und Scorbut kommen nicht vor, Gicht nicht häufig; auch die meisten Nervenkrankheiten sind verhältnissmässig seltner als in den tieferen Gegenden [diese Angaben bestätigen und ergänzen das oben vom Davos-Thale Gesagte*]; hinzuzufügen ist jedoch grössere Häufigkeit der entzündlichen Lungenleiden, des Rheuma und des Katarrh, d. i. der Verkältungskrankheiten (Refrigerosen); hervorzuheben ist, dass das Gegentheil von Oligaemie

*) Zur Vergleichung darf verwiesen werden auf „Grundzüge der Noso-Geographie“ 1856, Lombard, Des climats de montagne 1856, „Klimatologische Untersuchungen“ 1858.

in der Höhe sich findet, Polyaemie und reicherer Fibringehalt, während sonderbarer Weise einige Aerzte auf den Höhen Oligaemie mehr vermuthen als gefunden haben. Die niedrigere Temperatur, die rarificirtere Luft und die intensivere Evaporationskraft sind die wichtigsten klimatischen Momente. Wahrscheinlich haben die Bewohner einen breiten Brustkorb; auch die Wirkung zur Heilung von Melancholie, materieller und nervöser Schwäche, Wunden und Geschwüren ist wohl zu beachten. Zu empfehlen ist die Anlage von Pensionen und Erziehungs-Anstalten, damit Kinder, die noch im Wachsen begriffen sind, hier eine breitere Ausbildung des Thorax erfahren und damit präventiv die Lungen-Tuberkeln abwenden, Anämische bessere Hämatisation und mehr Fibrine des Bluts, bei besserer Digestion und regerer, allgemeiner Absorption erhalten, Nervenschwache Stärkung der Innervation, und wie Scrofulose, Scorbutische, Chlorotische, Rhachitische hier Heilung finden. Zu beachten ist unter den physiologischen Wirkungen etwaige Vermehrung der Pulsschläge und des Durstes. Eine Noso-Statistik dieses Hochthals würde von grösstem Werthe sein; auch ist zu erwarten, dass die meteorologischen Beobachtungen ergänzt werden für den Winter, auch Psychrometer und Atmometer dabei dienen]. — Der Ackerbau, welcher in der nördlichen Schweiz, in Tyrol [?] und in Süd-Baiern nicht über 3700' reicht, erhebt sich hier mit den obersten Gerstenfeldern bis 6000' [?], fast ebenso hoch Erdäpfel, Roggen, Flachs, Hafer; die Schneelinie zieht sich hier weit höher zurück, bis 9450' [?], an anderen Orten der Alpen nur bis 8200' und die gewaltigen Gletschermassen der Bernina reichen herab nirgends unter 6000', da doch der Grindelwald-Gletscher bis 3150' reicht [so auch bei Chamouni]. Freilich der Sommer, wo kein Frost vorkommt, dauert nur drei Monate; die Dauer der Schneedecke von 1' bis 5' Höhe begreift beinahe die Hälfte des Jahrs, genauer im Durchschnitt der 10 Jahre, 1850—1859, für die mittlere Höhe des Thals (5280') 173 Tage, oder 5 Monate 22 Tage, vom 11. November bis 3. Mai; eben so lange währte sie schon vor 300 Jahren nach einem Manuscript des Engadiner Geschichtsschreibers Durisch Campell zu Samaden; „planum ... quotannis semestre propemodum totum altis nivibus tectum“; dagegen im Säntis-Gebirge bleibt die Schneedecke in gleicher Höhe, 5500', beträchtlich länger, 237 Tage, und erst in 3700' Höhe auch nur 175 Tage; die gefallene Schneemenge beträgt in Bevers, im Durchschnitt von fünf Jahren, im

Jahr 102 Zoll ($8\frac{1}{2}$ Fuss)*). Zeitweise kommen mit anhaltender Föhnluft an sonnigen steileren Abhängen Unterbrechungen der Schneedecke vor und entlocken vorzeitige Frühlingsblüthen; der letzte Schneefall kommt vor im Durchschnitt am 12. Juni (wie der erste wieder am 7. September). Aber die Schneedecke ist völlig aus dem Thalgrunde verschwunden am 3. Mai, dann ist der lange schwankende Kampf der Jahreszeiten, welcher die Frühlingsperiode zu der unangenehmsten Jahresperiode macht, beendet, und der fernere Streit spielt nun in den höheren Alpenregionen weiter. Am 22. März erscheinen zuerst die azurnen Blüthen des Enzians und die Glocken der Anemone; am 2. April schiesst auf „abernden“ Wiesenstellen (d. h. den Schnee verlierenden) der weisse Safran, dann ertönt der erste Lerchengesang; am 18. erscheint die Primel, am 24. fällt die Ankunft der Rauchschwalben (zwischen 4. April und 11. Mai); endlich am 3. Mai ist der ganze Boden „aber“ (zwischen 13. April und 24. Mai), gleichzeitig ist auch der niedrige Maloja-Pass für Wagen wieder geöffnet, der Julier-Pass erst 10 bis 20 Tage später; der Kukuk lässt sich hören den 4. Mai (23. April bis 11. Mai). Am 8. Mai beginnt die Aussaat in Feld und Garten, am 18. Mai sind die Wiesen grün und blumig, das Eis auf den Seen verschwindet, die Lärchenwälder grünen; am Ende Mai's treiben die Bergamasker Hirten ihre Schaafheerden in das Land, diese charakteristische Staffage der Ober-Engadiner Landschaft. Nun steigert sich rasch die Mittagswärme und die Vegetation treibt. Am 12. Juni, kann man sagen, steht die blühende Alpenlandschaft mit dem ganzen Zauber ihrer Reize geschmückt da, um willkommene Sommergäste zu empfangen, und regelmässig um den 20. Juni (14. bis 27.) entfalten sich in Schaaren die Alpenrosen (rhododendr. ferrugin.). Ende Juni schwellen die Gletscherbäche, die Viehheerden ziehen in die mittleren Alpen, Anfangs Juli in die höheren, wo sie 8—12 Wochen weiden; am 20. Juli beginnt im Thale die Heuernte, die wichtigste Epoche für den Landwirth, andauernd 3—5 Wochen. Am 22. August

*) Auf dem St. Bernhard, 7500' hoch, rechnet man den jährlichen Schneefall zu 10 Meter (30 Fuss) im Durchschnitt und dass 1 Meter etwa 100 Millimeter Wasser enthält, d. i. also $\frac{1}{10}$ (3 Fuss); demnach wäre zu Bevers die jährliche Schneemenge sehr viel geringer, nur $8\frac{1}{2}$ Fuss etwa, oder etwa 10 Zoll Wasser in Schneeform. (Dies spricht wieder für die Vermuthung eines local ungewöhnlich reichen Niederschlags auf dem Gr. St. Bernhard, doch muss man bedenken, dass die Winterzeit hier länger, dass der Regenfall noch nicht verglichen ist, und dass überhaupt in der Höhe von 7000' bis 9000' der Niederschlag am beträchtlichsten sein soll.

erscheint schon die Zeitlose und verkündet mit Nachtfrösten den Herbst; nun wird die Getreideernte beeilt, vom 6. bis 9. September, erst Sommergerste, dann Roggen; es schneit am 7. September; am 16. September erfolgt die Heimfahrt der Heerden von den Alpen, um auf den Thalwiesen zu „atzen“; am 13. ziehen die Schwalben fort (deren nächtliche Durchzüge, wie die anderer Zugvögel, Enten, Gänse, Schwäne gehen durch dieses Thal). Auch die Curzeit geht nun zu Ende, obgleich die umkränzenden Lärchenwälder oft noch wochenlang ihr grünes Sommerkleid tragen und noch beinahe zwei Monate klarstes, ruhigstes, angenehmstes Herbstwetter folgt, wenn auch dann und wann von rasch vorübergehenden Schneefällen unterbrochen; endlich erfolgt aber völliges Einschneien, am 11. November (zwischen 21. October und 14. December) und die Winterzeit hat begonnen.

Das Rhone-Thal im Canton Wallis (Klima), 46° N., 7° O., 1650' hoch. Rion, Des principeaux phénomènes du Valais (Bibl. univ. de Genève 1852, Arch. T. 21). [Da zur Beurtheilung, ja zum Verständniss der klimatischen Verhältnisse der hohen Eisregion unstreitig erforderlich ist, auch das nahe Tiefland, wenigstens mittelst eines raschen, aber sicheren Ueberblicks damit vergleichen zu können, wird hier zu diesem Zwecke die folgende kurze Klimatographie des Rhone-Thals im Canton Wallis gegeben, womit im Jahre 1852 zu Sitten (Sion) die Schweizer Naturforscher-Versammlung eröffnet worden ist]. Dies Thal bildet die lange, breite und tiefe Furche, gezogen eben inmitten des höchsten und mächtigsten Mittelkörpers der Alpen, verlaufend in einem Bogen, zuerst von Ost nach West-Südwest, bis Martigny, dann umbiegend nach Nord-Nordwest, das ist im Ganzen vom Rhone-Gletscher bis zum einzigen freien Ausgange, am Genfer See, bei Bouveret, Villeneuve und Vevey, und begrenzt im Norden von der Gebirgsmauer der Berner Alpen, der Finsteraarhorn-Gruppe, mit 9000' Mittelhöhe, im Süden von der Gebirgsmauer der Montblanc- und der Monte Rosa-Gruppe, mit 10000' Mittelhöhe. Diese Gestalt des grossen langen Thals, eingefasst von Schneegipfeln, Gletschern, Alpenmatten, Waldung und Feld, in der Mitte von einem Flusse durchströmt, welcher der einzigen offenen Stelle zuströmt, wiederholt sich in jedem der vielen kleineren Seitenthäler, so dass das Ganze erscheint wie ein Baum oder ein Blatt mit Seitenästen. Als höchste Spitze erblickt man ringsum die krystallinischen Gebilde der Aiguilles rouges, des Montblanc, der Dent blanche, des Monte Rosa, des Gotthard,

des Finsteraarhorn u. s. w., die Mitte dieses Umkreises nehmen ein sedimentäre Lager von Kalk-Formation, welche nach Westen hin unter die tertiären Massen der Molasse und der Nagelflue sich verlieren. Von grossen Gletschern gehören hierher der Aletsch-Gletscher, der Gorner-Gletscher, andere weniger bekannte sind der Zigoure-Gletscher im Evolènethale, der Fortain-Gletscher im Nendazthale u. a.

Die Temperatur-Verhältnisse in diesem Thäler-Complex findet man vertheilt in mannigfachen nahen Contrasten, im Grunde des Hauptthales ein Land mit Mandelbäumen und köstlichem Wein, und nur einige Stunden entfernt mit ewigem Eise, die Felsen, zwischen denen der Aletsch-Gletscher ausläuft, tragen im Juni Rosen, im September die rothen Trauben von Alizier, die Spitzen der im Winde schwankenden Kornähren berühren den Gletscher von Zermatt, und bei Saillon pflückt man nach einem mächtigen Schneelager Kirschen, bei Bovernier kann man mit der einen Hand eine alte Lawine berühren und mit der anderen reife Trauben brechen. Im Mitteltheile des Cantons (er hat 82000 Einw.), an schönster Stelle des Rhone-Thals liegt Sitten (Sion), 1650' hoch (der Wohnort des Verfassers); hier ist das sommerliche Klima wärmer als selbst in Genf (1250' hoch), freilich im Winter weit kälter [Genf hat bekanntlich in Folge des See's einen etwas anomal kühlen Sommer, aber auch milden Winter. Sitten giebt ein Beispiel, wie ein der Sonne zugänglicher Thalkessel ein excessiveres Klima erfährt, weil er der Insolation im Sommer und der Ausstrahlung im Winter mehr Fläche bietet]; im Allgemeinen haben auch die Seitenthäler eine höhere Sommer-Temperatur, sind jedoch erklärlicher Weise darin sehr verschieden. — Dies gilt auch für die hydro-meteorischen Verhältnisse; die Thatsachen, wie sie in Sitten allgemein bekannt sind, sprechen für grosse locale Unterschiede auch in dieser Hinsicht. In der Umgegend von Sitten findet sich nur geringe Feuchtigkeit, hier fehlt im Sommer der Thau, im Winter sind Nebel und Reif selten, während sie weit umher Monate lang sich finden. Wenn am Horizonte Regen- oder Hagelwetter erscheinen, halten sie sich neunmal unter zehn an den grossen Bergketten und lassen das Mittel-Gebiet frei und trocken, die Regenmenge ist hier weit geringer als auf den Gehängen und die Hagelkörner sind weit kleiner. Der Grund hiervon liegt wieder in der ungleichen Temperatur-Vertheilung und dem anhaltenden Austausch des Gleichgewichts in der Atmosphäre. In der That, wenn man die umgebenden Berge ansteigt, empfindet man, besonders Abends

und noch mehr Nachts, einen Luftzug abwärts dringend und um so stärker, je höher man steigt. Der aufsteigende Luftstrom aus dem erwärmten Tieflande führt mit sich das verdampfte Wasser; in der Höhe angelangt, erfährt dieses hier eine Verdichtung durch die Kälte, bilden sich Wolken und Regen, aber indem die Luft zur Seite sich wendet, wieder abwärts steigt zum Ersatz nach der wärmeren Mitte hin und so eine Circulation unterhalten wird. So erklärt sich überhaupt die Mehrzahl der meteorologischen Erscheinungen zu Sitten; das schöne Blau seines Himmels ist gewöhnlich nicht anders verschleiert als durch die hohen überhinziehenden cirrus-Streifen, welche ja ganz ausserhalb der topographischen Meteoration sich bewegen, aber cumulus und Nebel (stratus) lagern sich in der Regel nur am unteren Horizonte von Sitten, an den Berggehängen [wahrscheinlich ist die Dampfmenge an sich in der Atmosphäre zu Sitten nicht oder kaum geringer, sondern nur die Temperatur höher und die Saturation deshalb niedriger, wobei die circulirende Bewegung der Atmosphäre im Thalkessel mitwirkt, dies ist noch allgemeiner giltig]. — Misslich ist die Deutung der atmosphärischen Electricitäts-Erscheinungen in diesem Thal-Gebiet. Gewitter sind ziemlich häufig; aber wie drohend und majestätisch das Rollen des Donners zwischen den Bergen widerhallen mag, die Bewohner der Thalebene machen sich keine Sorge darum, wissend, dass sie nichts zu befürchten haben. Man kennt keinen Fall, wo der Blitz in den Thalgrund eingeschlagen hat, und die Geschichte berichtet nur einmal, dass auf einem Hügel es eingeschlagen habe in einen Pulverthurm; nur in der Höhe von 3300' bedroht der Blitz die Kirchthürme, höher trifft er besonders die Lärchen, aber vorzugsweise die Gebirgsspitzen. Ueberhaupt bemerkt man im Thalgrunde keine Zeichen von elektrischer Spannung [also die statische Electricität fehlt], keine Funken oder Strahlenbüschel. Wie die Gehänge des Gebirges, welche in Tausenden von Spitzen endigen und die Wälder hier die Blitzableiter sind, so fehlen auch in der grossen Thalfurche zwischen den hohen Bergreihen alle Spuren von elektrischer Spannung; zu Viège (Visp, 2090' hoch) hat man bei Versuchen, den elektrischen Zustand der Atmosphäre zu erkennen, als Ergebniss erhalten, dass sie fehlte [ob auch die Elektrisirmaschine versagen würde; auch auf der Polarzone versagt das Elektrometer, aber nicht die Maschine zur Erzeugung von Electricität]. Sonderbarer Weise, die Punkte in Wallis, wo Cretinismus und Rhachitis am meisten vorkommen, treffen zusammen mit diesen Orten

fehlender Elektricität in der Atmosphäre [schon L. von Buch sagte bekanntlich, wo es nicht hagele, sei Cretinismus, und Hagel entsteht nur bei Gewitter; indessen im Allgemeinen ist in den Gebirgen vorzugsweise Elektricität angehäuft, sie fehlt auf der Polarzone und auch Cretinismus]. — Die orographische Vertheilung der Pflanzenwelt. Man kann hier sehr deutlich und charakteristisch mit einem Blick längs den Gehängen die senkrechte Uebereinander-Lagerung der Regionen erkennen. 1. Die unterste Region bildet nicht ganz den vierten Theil des Cantons, etwa 22 geographische Quadratmeilen, ihre obere Grenze reicht bis etwa 3800' hoch über dem Meere, sie enthält in verschiedenem Grün Felder, Wiesen, Weingärten, Frucht- und Waldbäume (Kastanien, Wallnuss, Mandel, Maulbeer u. a.), und fast $\frac{1}{3}$ der ganzen Landesflora. 2. Darüber folgt der dunkelgrüne Gürtel des Nadelholzes, er reicht bis 6200' (Waldgrenze), sein Umfang ist etwa 18 Quadratmeilen, er enthält etwa $\frac{1}{8}$ der Flora, aber jede Art ist reich an Individuen; an einigen Stellen ist der Wald gelichtet durch Lawinen, andere sind nie von der Axt berührt. 3. Dann folgt die Region der Alpenweiden, Rasen ohne Bäume, durchschnitten von tiefen Rissen und von Felsen, sie reicht bis zur Schneelinie, 8300' hoch, ihr Umfang ist etwa 20 Quadratmeilen, sie ernährt während nahe drei Sommer-Monate 56000 Stück Rind, 44000 Schafe, 25000 Ziegen, besorgt von etwa 3000 Hirten, meist jungen Leuten, mit alten patriarchalischen Sitten und Gesetzen; diese Flora bildet etwa $\frac{1}{6}$ der ganzen. 4. Die oberste Region, mit ewigem Schnee und Eis und nacktem Felsen, begreift doch an Umfang etwa $\frac{1}{3}$ der Oberfläche des Landes; die höchste Stelle, wo phanerogame Vegetation noch gefunden worden, war 10400' hoch, über dem Col du Cervin (Matterhorn). — Ausserdem ist der Thalgrund in horizontaler Richtung klimatisch zu unterscheiden, in das westliche oder Unter-Wallis, vom Genfer See bis zum Wasserfall der Morge, nahe östlich von Sitten, und in das östliche oder Ober-Wallis; das westliche Rhone-Thal ist charakterisirt durch Wälder von Kastanien und Wallnuss, das östliche durch Tannen; die Mitte, bei Sitten (und Sieders, Sion und Sières), ist bevorzugt durch Sonnenwärme, und dies erweist sich ersichtlich dadurch, dass die Baumgrenze, auch die untere Grenze der Lärchen und Haide, hier die Höhe einer Curve bildet, diese steigt hier etwas höher als zu beiden Enden, auch als bei Martigny und am Genfer See; auch befinden sich hier im Mittelpunkte die vorzüglichsten Weinberge, hier sind die Wege besetzt mit Ulmen, Mandelbäume

wachsen wild, die Felsen tragen Opuntien, Feigen und Granaten reifen vollständig. [Von Vevey $46^{\circ} 28'$ N., $6^{\circ} 50'$ O., 1250' hoch, sind folgende Temperatur-Werthe bekannt (nach Dove's Temperatur-Tafeln, 1848); des Jahrs $8^{\circ}.3$ R., des Jan. $0^{\circ}.5$, des Juli $16^{\circ}.2$.]

Nachträgliches über den sommerlichen Schneefall auf dem St. Bernhard.

Zwar ist als die sommerliche Grenze des Schneefalls angegeben etwa 5000 Fuss Höhe, und folgt daraus schon, dass auch auf dem St. Bernhard, 7500 Fuss hoch, im Sommer neben dem Regen Schnee fällt, aber in den ausführlich mitgetheilten Beobachtungen fehlen bestimmte Belege dafür; diese mögen hier nachträglich niedergelegt werden.

Von den drei Jahrgängen 1851 bis 1853 finden wir die Menge des gefallenen Schnee's von allen Monaten aufgezeichnet (in dem *Résumé météorologique de l'année 1851, 1852 und 1853*, in der *Biblioth. univers. du Genève* (Archives des Sc. phys. et nat. Tom. 20, 21 und 22).

	Jahr 1851.	Jahr 1852.	Jahr 1853.
December	0.003 Meter	1.830 Meter	0.760 Meter
Januar	1.286	1.322	2.050
Februar	1.220	1.514	1.900
März	1.868	0.392	2.158
April	2.280	0.797	1.940
Mai	1.980	0.500	1.245
Juni	0.040	0.663	0.688
Juli	0.705	0.000	0.035
August	0.342	0.210	0.130
September	1.290	0.470	0.238
October	0.550	1.485	1.715
November	0.985	0.210	0.830
Jahr	$12^m.549 = 38'$	$9.915 = 30'$	$13.689 = 41'$

B.

Zur orographischen Meteorologie.

Versuch die ersten Grundlinien der vertikalen Vertheilung der Meteore, oder des Systems der Meteorologie, auf der Eisregion der Alpen anzudeuten.

Das Alpen-Gebirge theilt Europa in seine grossen natürlichen Provinzen; es scheidet seinen Lufthimmel, seine Klimate, in einen Norden und Süden, Westen und Osten.

K. Ritter (Europa, Vorlesungen u. s. w.,
herausgegeben von H. Daniel, 1863).

Zur orographischen Meteorologie.

R.

Versuch die ersten Grundlinien der vertikalen Vertheilung der Meteore, oder des Systems der Meteorologie, auf der Eisregion der Alpen anzudeuten.

Inhalt. Die Stellung der Alpen im allgemeinen System der Erd-Meteoration, in horizontaler und in vertikaler Richtung, — die Haupt-Ergebnisse der Meteorologie auf dem Gr. St. Bernhard, als Grundlage und Ausgangspunkt für die Meteorologie der Region oberhalb der Schneelinie, — die Temperatur-Verhältnisse der Eisregion, — die Gletscherwelt oder das Eislager, als Bodensubstrat des Klima's der Hoch-Alpen, — die atmosphärischen Temperatur-Verhältnisse, — die Aenderungen der übrigen Meteore in der Höhe (Winde, Hydrometeore, Luftdruck, Evaporation, Elektrizität, Organ-Leben), — die Ascensions-Strömung ist das wichtigste Moment in der vertikalen Meteoration, — Ueberblick und Eintheilung der ganzen Eisregion in einen unteren Gürtel, „Firngürtel“ und in einen mittleren und höchsten („athermischen“) Gürtel.

§. 1.

Die höchsten und mit perennirendem Eis bedeckten Gebirgs-Regionen haben mit den Polarzonen auch dies gemeinsam, dass beide Gebiete erst seit der Mitte des letzten Jahrhunderts von der Wissenschaft betreten worden sind. Aber sehr ungleich ist die Summe der Kenntnisse, welche bis jetzt auf beiden erworben sind. Wenn hier der Versuch unternommen wird, die ersten meteorologischen Grundlinien der mit perennirendem Schnee und Eis bedeckten Höhen des Alpengebirges, d. i. der Hoch-Alpen anzudeuten, also des völlig unbewohnten Gebietes oberhalb der im Sommer hier etwa in 8200 Höhe stehenden bleibenden Schneegrenze, so ist kaum nöthig in Bezug auf die Dürftigkeit des vorhandenen Beobachtungs-Materials Vorbehalte auszusprechen. Diese Dürftigkeit kann als anerkannt vorausgesetzt werden; aber dennoch zugleich der Nutzen, welcher aus der Zusammenstellung der auf diesem Gebiete bereits gewonnenen Erfahrungen in nicht geringem Maasse für die Vervollständigung des ganzen geographischen Systems der Meteorologie, wie auch für fernere Untersuchungen topographischer Art, hervorgehen muss, und nicht weniger das Verdienst, was den Forschern gebührt, welche,

allen Schwierigkeiten trotzend, aus diesen fast unzugänglichen Höhen physikalische Ergebnisse von grossem Werthe heruntergeholt haben.

Zuvor darf man einiges Erstaunen darüber äussern, dass das oberste, auch im Sommer unter der weissen Schneedecke in völlig einsamer lautloser Ruhe dastehende Dach des mit Kuppen, Graten und Spitzen in das Luftmeer schräg und mässig ansteigenden Gebirges, in der Mitte Europas, so lange ein so durchaus unbeschrittener Boden geblieben ist, da er doch gar nicht fern liegt. Nur eine halbe Stunde Weges, in senkrechter Richtung erhoben gedacht, über den Köpfen der Thalbewohner beginnt schon das Reich des ewigen Frostes, die Schicht der Atmosphäre, in welcher für das Fortbestehen des Menschenlebens nicht länger gesorgt ist, weil nicht länger hinreichend von der Erdoberfläche zurückgestrahlte Wärme geboten wird (während freilich in entgegengesetzter Richtung, nach unten hin, unter unseren Füßen, in gleicher Entfernung, die innere Erdwärme schon so zugenommen hat, dass sie bereits die Siedhitze des Wassers erreicht hat). Dies oberste Gebiet, welches in den Alpen in etwa 8200' Höhe beginnt und aufsteigt zu mehreren tausenden verschieden hohen Gipfeln bis 14700' hoch, also für sich eine Höhe einnimmt von 6000', welches aber in horizontaler Ausdehnung, längs dem ganzen inneren Zuge, den s. g. Central-Alpen sich erstreckend, von den französischen Alpen bis nach Kärnthen (bis zum Hafnerberg), einen Flächenraum von etwa 58 Quadrat-Meilen umfasst, d. i. etwa $\frac{1}{65}$ des ganzen Alpen-Gebiets (das 3500 bis 4000 Q.-Meilen begreift), mit 60 Gletschern ersten Ranges, und unzähligen zweiten Ranges,*) genannt „das Firnmeer“, „die Schneefelder (Névé)“, „die Eisregion“, „die Hoch-Alpen“, „die Gletscherwelt“ im weitesten Sinne, — dies grosse contrastirende Gebiet ist nicht früher besucht und näher bekannt geworden, als ziemlich gleichzeitig mit dem fernsten Polar-Meere, etwa seit der Mitte des vorigen Jahrhunderts. In der That nahe zu derselben Zeit, wo zuerst in die Polar-Zone die Wissenschaft eindrang, ist von ihr auch das erste Beschreiten

*) Diese Angaben sind nach Schlagintweit. K. Ritter giebt aber an (Europa, Vorlesungen u. s. w., herausgegeben von H. Daniel, 1863) sogar 100 Quadratmeilen für den Umfang der Gletscherwelt. Dort findet sich auch die Bemerkung, auf den Landkarten würden die ewigen Schnee- und Eismassen der Hochalpen zuweilen mit blauer Farbe bezeichnet, doch erst seit 1800; früher sei der Zusammenhang dieser Eisberge in der Mitte Europa's noch so unbekannt gewesen, wie die Eisfelder von Novaja Semlja.

der Hochalpen ausgeführt und sind diese in solchem Sinne entdeckt worden. Horace de Saussure kann deren James Cook genannt werden; er erreichte den Montblanc-Gipfel im Jahre 1787 (und Cooks Fahrten im Südpolar-Meere geschahen im Jahre 1773). Wie unbetreten früher das oberste Dach vom Menschenfuss geblieben war, ersieht sich schon daraus, dass unter dem Hirten- und Jäger-Volke sehr abenteuerliche Vorstellungen von übernatürlichen Gefahren der Firngegenden bestanden. Freilich fehlte hier auch jeder lockende Gewinn, sonst würde den Gensenjägern und auch den Schmugglern die Kühnheit sicherlich so wenig gefehlt haben, wie den seefahrenden und nomadisirenden Völkern, welche durch Wallfische, Robben und Pelzthiere zum weiteren Vordringen in die eisigen Breiten eingeladen wurden und werden. Wirklich aber ist zu sagen, in den Hochalpen ist es unzweifelhaft ganz allein die Wissenschaft gewesen, welche die treibende Kraft zu deren Ersteigen geliefert hat. Sie gelangte jedoch nur allmählig höher und höher: J. Scheuchzer sah die Schneegrenze noch ziemlich als die Grenze seiner Wanderungen an.*) Als Deluc im Jahre 1765 den nur 9650' hohen, aber schon ewig Schnee und Eis tragenden, Buet bestieg, fand sich kein Gensjäger, der so hoch gekommen war, ja erwies sich völlige Unbekanntschaft mit dem hohen Eisgebiete, war sogar noch fraglich, ob dieser Gipfel überhaupt zu ersteigen sei. Die Führer Saussures auf dem Montblanc meinten noch, man könne kein Nachtlager auf den Schneefeldern ertragen, ohne welches doch die hohen Gipfel gar nicht zu erreichen sind, selbst nur kurzer Schlaf auf Schnee galt für tödtlich; allgemein wurden die Reisenden gewarnt, nicht die Eisregion zu besteigen.

Seitdem ist bekanntlich mit der Kenntniss der Gefahren, die hier wirklich nicht fehlen, auch die Kühnheit gewachsen und sind von den vielen alljährlich hier Reisenden, mit erfahrenen und treuen

*) Natur-Historie des Schweizerlandes 1716, und Itineraria etc. 1723; über die Höhen des Gebirges bestanden damals noch ungenaue Vorstellungen; zu G. Gruner's Zeiten (die Eisgebirge des Schweizerlandes, Bern 1760) hatte man schon einige bessere Kenntnisse davon, aber eine Besteigung wird noch nicht erwähnt, das Firnmeer wird kaum beschrieben oder doch nicht nach Autopsie besprochen; das Jungfrauhorn galt für die höchste Spitze, für 16020' hoch; man meinte, nicht unter 9000' Höhe käme in den Alpen ewiger Schnee vor, aber auch nirgends auf der Erde sei er über 21000' Höhe weiter möglich, auch nicht in den heissen Ländern. Albrecht von Haller hat zwar auf den Höhen der Wissenschaft gestanden, aber sicherlich nie auf einem Schneegipfel der Alpen.

Fühnern, schon mehrer tausende von Schneegipfeln erstiegen, während der drei Sommer-Monate, wo allein solche Bergfahrten möglich sind; aber wieder haben eben vorzugsweise mehrer der besten Forscher kühn die Wissenschaft bis auf die höchsten Gipfel getragen (so dass die Worte des sinnvollen Dichters im vorgesetzten Epigraph wohl hierauf sich anwenden lassen: „portar la rosa in su la cima“), und für sie neue Thatsachen dort gewonnen. Indessen in Vergleichung mit dem auf den Polhöhen Gewonnenen ist, wie schon gesagt, das wissenschaftliche Beobachtungs-Material der Hoch-Alpen immer noch sehr fragmentarisch und wird es immer bleiben, trotz aller voraussichtlichen Vermehrung. Denn wenn in der Nähe des Nordpols ganze Jahresreihen mit regelmässigen, ja stündlichen, an festen Standorten und alle Meteore betreffenden Beobachtungen aufgenommen sind, haben sie dagegen hier nur für einzelne Stunden oder Tage, und nur ambulirend gleichsam aufgegriffen werden können; nur dreimal oder viermal sind nahe der Höhe von 10000' Beobachtungsreihen von 14 bis 23 Tage Dauer ausgeführt (auf dem Col du Géant des Montblanc, von Saussure, auf der Vincent-Hütte des Monte Rosa und auf der Johannis-Hütte am Gross-Glockner, von Schlagintweit), und einmal in der Höhe von 12000' von 4 Tagen (auf dem Grand Plateau des Montblanc, von Bravais und Martins), nur einmal ist in der Höhe von 13100' übernachtet (von Zumstein).*) Es ist kaum zu erwarten, dass überhaupt jemals an einem Standorte oberhalb der Schneelinie auch nur ein ganzes Jahr oder eine einzige Winterzeit hindurch, eine Reihe von Beobachtungen zu Stande kommen werde. — Dieser Unterschied zwischen der kältesten Zone und den kältesten Regionen musste erwähnt werden, zur Vergleichung mit dem auf der nördlichen Polar-Zone Geleisteten, während die südliche Polar-Zone auch mit dieser Eigenschaft, nämlich der geringen Beobachtbarkeit, der hohen Eisregion der Gebirge weit näher steht, indem auf beiden Gebieten eine so schwache Sommerzeit eintritt, dass kein Tag frostlos und für den Winter kein Aufenthaltsort vorbereitet wird. Was für das Klima des vertikalen kältesten Gebiets von den Alpen gewonnenen zuverlässigen Beobachtungen vorhanden ist, oder was dem Verfasser davon zu

*) Wir sprechen hier nicht von Orten, die noch unter der Schneelinie liegen, nicht von den bekannten monatlichen Aufenthalten auf Gletschern in oder unter 7600' Höhe, auch nicht von den Beobachtungsreihen auf dem Gr. St. Bernhard, St. Gotthard und Stilfser Joch.

sammeln möglich gewesen ist, findet sich in den Auszügen, und durch Anmerkungen mit dem Ganzen verbunden, in der vorangestellten Sammlung von Berichten (s. A) mitgetheilt, und ist dem folgenden Gesamtbilde, das von der Region des ewigen Eises nun entworfen werden soll, zu Grunde gelegt. Demnach wird hier von den unteren Regionen nicht eigentlich die Rede sein, obgleich sie selbstverständlich nicht ganz unberücksichtigt bleiben können. Aber als geeigneten Ausgangspunkt unserer Untersuchungen nehmen wir zuvor einen Standort, der noch nahe unter der Schneelinie liegt; denn er vereinigt beide Gebiete, indem er die Region unterhalb beschliesst und die Region oberhalb beginnt; zugleich besitzen wir von ihm seit einer längeren Reihe von Jahren zuverlässige, wenigstens die wichtigsten Meteore betreffende Beobachtungen; dies ist das Gr. St. Bernhard-Hospiz, 7500' hoch; auch besteht hierbei der Vortheil, dass die anerkannt musterhaften Befunde eines anderen unfern davon im Tieflande liegenden Standorts, Genf, zur Vergleichung benutzt werden können und schon länger benutzt worden sind. Ausserdem sind von einem ähnlichen hohen Standorte, d. i. St. Maria auf dem Stilfser Joch, 7600' hoch, wenn auch nur auf ein Jahr und nur zum Zwecke der immer nothwendigen Controle, um das etwaige local Anomale zu erkennen, die meteorologischen Ergebnisse daneben gestellt.

§. 2.

Im Allgemeinen sind es fünf meteorologische Momente, welche überall vorzugsweise klimatische Bedeutung haben, dies sind: die Temperatur, die Dampf-Saturation, die Ventilation, der Luftdruck, die Evaporation. Deren Veränderungen im bezeichneten hohen Gebiete sind es auch, welche für uns vorzugsweise in Betracht kommen. — Im Voraus aber wird das Verhalten mancher Erscheinungen auf diesem Gebiete angedeutet und erklärt werden, wenn man die allgemeine Stellung bestimmt, welche im ganzen geographischen System der Erd-Meteoration die Alpen einnehmen, und zumal deren oberste Region in der senkrechten Vertheilung der Meteore. Schon früher hat der Verfasser eine Darstellung der allgemeinen orographischen Meteorologie gegeben (s. Klimatologische Untersuchungen oder Grundzüge der Klimatologie 1858), eine „Klimatologie der Gebirge“. Hier kommt jedoch zur besonderen, schon mehr topographischen, Beachtung, dass das Alpen-Gebiet (45° N) liegt in der Mitte der gemässigten Zone, und ferner auf

dem fünften Regen-Gürtel, mit Niederschlägen in allen Jahreszeiten, aber schon nahe der sommerlichen Grenze des subtropischen Gürtels, auf welchem im Sommer die Regen fehlen (vierter Regen-Gürtel), indess schon ununterbrochen „im Gebiete der beiden neben einander liegenden und wechselnden Passatwinde“. Ferner die Alpen liegen etwa auf der Isothermlinie von 9° R., auf die Meeresfläche reducirt gedacht, wenn man das System der horizontalen Temperatur-Vertheilung betrachtet; aber im Betreff der vertikalen Temperatur-Vertheilung, oder der Lage im Hypsothermen-System, ist Folgendes anzugeben. Das Hypsothermen-System erhebt sich bekanntlich über der Aequator-Zone am höchsten, und bildet nach den höheren Breiten hin absteigende Linien oder Flächen, welche auf der Oberfläche der Erde mit den Isothermlinien zusammentreffen. So muss auch die Isothermlinie von 9° R. (11° C., 52° F.) zugleich einer nach dem Aequator hin schräg aufsteigenden Hypsotherme angehören, und dort findet sie sich wieder bei Mittel-Stellung der Sonne (im October) etwa in 9000' Höhe. Indem dann das ganze Hypsotherm-System, das längs dem Aequator verlaufend gleichsam in Gestalt eines Prisma nach beiden Seiten abfällt, mit dem jährlichen Sonnengange nördlich und südlich schwankt, erscheint am Grunde der Alpen im höchsten Sommer (Juli) die Hypsotherme und Isotherme von 16° R., dagegen im tiefsten Winter (Januar) die von $1^{\circ}.5$ R. (während gleichzeitig über dem Aequator jene erstere Höhen-Temperaturlinie etwa in 15000' liegt, diese nur in 4000' senkrechter Erhebung). Was namentlich die Schneelinie betrifft, welche für uns hier von besonderem Werthe ist, weil sie den Anfang des Gebiets bezeichnet, das wir betreten wollen, d. i. die Höhe bis wohin im Sommer die Schneedecke von unten her weggeschmolzen wird oder wo dem Zurückweichen des Schneelagers vor dem von unten her aufsteigenden Hypsothermen-System eine ewige Schranke gesetzt bleibt, so wird diese Schneegrenze nicht etwa auf allen Breitenkreisen durch die Jahres-Hypsotherme von 0° bezeichnet. Denn sie hängt ab zwar grösstentheils von der Sommer-Temperatur, aber ausserdem von der vorhandenen Schneemenge und damit von der Häufigkeit des Schneefalls in den Jahreszeiten. Deshalb muss erklärlicher Weise auf dem Gürtel „mit Niederschlägen in allen Jahreszeiten“ mehr Schnee sich anhäufen als auf den anderen Regen-Gürteln, wo eine längere Zeit im Jahre die Niederschläge fehlen, einerlei ob im Winter oder im Sommer, denn auf diesem hohen Gebiete kommen die Niederschläge zu allen Jahreszeiten in

der Form von Schnee. So kommt es, dass die Schneelinie auf der heissen Zone etwa in der Höhe von 16000' und zwar schon bei der Hypsothermlinie des Jahrs von 1° R. liegt; aber auch, dass sie in den Alpen in der Höhe von 8200' liegt, das heisst bis zur Hypsothermlinie des Jahrs von etwa $-2^{\circ}.2$ aufrückt (in noch nördlicheren Breiten, in Norwegen bis zu der von -5° R.). Wenn man jedoch richtiger nur die Sommer-Temperatur als Leiterin annimmt, findet man folgerichtig umgekehrt die Schneegrenze zunehmend grösserer Sommer-Wärme bedürftig mit zunehmender Polnähe, wenigstens auf denjenigen Breiten, welche dem Gürtel mit Niederschlägen in allen Jahreszeiten angehören; denn während sie über dem Aequator etwa bis zur Hypsotherme des wärmsten Monats von 0° R. steigt, beharrt sie in den Alpen im Sommer auf gleicher Höhe erst etwa mit der Hypsotherme des wärmsten Monats (Juli) von 4° R. (wo im Winter die des Januars von -9° zu liegen kommt, also besteht eine jährliche Amplitude von 13° R.). Anders und anschaulicher ausgedrückt kann man sagen, da wo die Eisregion der Alpen beginnt, oder an deren Rande, erscheint im jährlichen Schwanken des Hypsotherm-Systems im Sommer (Juli) die Höhen-Temperaturfläche von 4° R., im Winter (Januar) aber die von -9° . Hieraus ersieht sich auch schon die Abnahme der Temperatur in senkrechter Richtung, wenigstens nach allgemeiner gesetzlicher Bestimmung; sie erfolgt in gewissen Stufen, die ungleich sind, in den extremen Jahreszeiten, betragend für 1° R. im ganzen Jahre etwa 660', im Juli etwa 550', im Januar oder December aber etwa 800'. — Dies gilt fürerst nur für das Gebiet unterhalb der Schneelinie; ob das Gesetz der Abnahme in gleicher Progression sich fortsetzt auch oberhalb derselben, können wir aus Mangel an empirischen Belegen nicht mit sicherer Berechtigung behaupten.

Insofern die Temperatur als die Gesetzgeberin der ganzen geographischen Vertheilung der atmosphärischen Meteore sich erweist, so können wir auch mit der Bestimmung der Haupt-Temperaturlinien erwarten zugleich die Grundlinien der übrigen Meteore gewonnen zu haben, auch was deren verticale Vertheilung betrifft. Man kann auch diese Meteore im allgemeinen geographischen Systeme sich vorstellen, als mit der Temperatur parallel, in der unteren Schicht der Atmosphäre von den Polen nach dem Aequator hin in schräger Gestalt aufwärts steigend, indem dann ebenfalls mit dem Sonnengange eine jährliche wie eine tägliche regelmässige

Fluctuation erfolgt. So verhält es sich zunächst mit dem allgemeinen Windsystem; dies theilt die schräg absteigende Gestalt des Hypsothermen-Systems, indem der vom Aequator rückkehrende Luftstrom oder der Anti-Passat heruntersteigt, an der Polargrenze des Subtropen-Gürtels die Oberfläche der Erdkugel erreicht und nördlich und wieder südlich rückt, indem er eben dadurch im Sommer den Subtropen-Gürtel bildet. Dazu gehört die tägliche Ascensions-Strömung, welche, am höchsten auf der heissen Zone und im Sommer, abnimmt nach den Polen hin und im Winter. — So verhält es sich auch mit der Dampfmenge; in deren verticaler Vertheilung hat die geographische Meteorologie zu unterscheiden drei übereinander liegende Gürtel, 1. den unteren, dampfreichen, 2. den mittleren, hochsaturirten, Wolken- und Regenreichen, 3. den oberen, Dampf- und Regenarmen; auch diese senken sich nach den Polen hin und fluctuiren, jährlich wie täglich. Temperatur, Windsystem und Dampfmenge bringen dann auch eine horizontale Vertheilung der Regenzeiten hervor, die sehr beachtenswerth ist und sechs Gürtel sehr bestimmt unterscheiden lässt (s. Allg. geograph. Meteorologie 1860). — Der Luftdruck endlich theilt zwar nicht die schräge Gestalt in seiner tellurischen Vertheilung, insofern er nur nach oben, nicht nach den Polen hin geringer wird, aber mit seinen Bewegungen geht er doch gemeinsam mit den übrigen Meteoren in senkrechter Richtung, geführt von der Temperatur, aber auch von der Ascensions-Strömung.

Fragt man, in welcher Weise im Allgemeinen die Haupt-Meteore mit zunehmender Höhe der Gebirge Aenderungen und Unterschiede vom Verhalten im Tieflande zeigen, so sind dafür folgende vier klimatologische Haupt-Momente anzugeben: 1. Die Temperatur ist abnehmend, 2. der Luftdruck ist abnehmend, 3. die Dampfmenge ist abnehmend (aber mit zunehmender Saturation), 4. die Evaporationskraft ist zunehmend, 5. die Luft ascendirt. Ausserdem sind noch mehre Phänomene minderer Bedeutung als mit Zunahme der Höhe sich ändernd oder sich einstellend zu beachten: intensivere Insolation in der rarificirten Luft (oder nach neuster Ansicht nur in der dampfärmeren Luft) und daher grösserer Contrast von Sonnenschein und Schatten; intensiveres Sonnenlicht; stärkere Ventilation und regerer Luftzug; Ansammlung der Elektricität auf den Spitzen; die Fäulniss fehlt; der Schall wird schwächer; die Gravitation wird unbedeutend geringer; der Gehalt der Luft in Kohlensäure soll zunehmen (? noch zweifelhaft), an Ammonium

wird er geringer; wenn sich bestätigt, dass bei der Bildung der Wasserdampf-Bläschen, also der Nebel, das Oxygen die nothwendige Gasart ist, so muss auch für dessen Minderung die Nebelbildung von Bedeutung sein. — Dies allgemeine Verhalten zeigt aber manche Besonderheiten durch Ineinandergreifen der Meteore, namentlich in den periodischen und nicht periodischen Oscillationen sich äussernd, wobei vorzugsweise mitwirkend ist die tägliche Ascensions-Strömung. Man hat darüber noch sehr wenig genaue Beobachtungen, selbst von den heissen Ländern, wo bewohnte Orte in grossen Höhen doch zahlreich sind, z. B. in den Anden und auch in Ostindien, so dass man eine grosse geographische Uebersicht über die Meteorologie hoher Orte noch gar nicht aufstellen kann. Dadurch wird die Beobachtungs-Reihe, welche wir von der orographischen Meteorologie auf dem Gr. St. Bernhard besitzen, um so werthvoller; sie betrifft die Höhe von 7500', auf 45° 59' N, und hat zur Vergleichung eine gleichzeitige noch genauer aufgenommene Reihe im Tieflande, zu Genf in 1250' Höhe, neben sich. Sie ist schon früher ausführlich mitgetheilt (s. A. Zur Klimatographie I.); hier aber müssen die Haupt-Momente kurz und übersichtlich zusammengestellt werden, um als Grundlage für die Meteorologie noch höherer Region zu dienen.

§. 3.

Haupt-Ergebnisse der Meteorologie auf dem Gr. St. Bernhard (45° 49' N, 6° 6' O) 7500' hoch. Die Thermometeoration. Die Abnahme der Temperatur nach der Höhe hin erfolgt hier, von Genf an gerechnet, im Sommer in etwas grösseren Stufen als im Allgemeinen angenommen wird, weil diese Jahreszeit dort unten local anomal fast um 2° R. zu kühl bleibt, im Winter aber werden diese Stufen um ein noch Geringeres zu klein, weil diese Jahreszeit dort etwa um 0°.8 zu warm bleibt, beides in Folge des nahen Sees. Oben auf dem St. Bernhard ist die mittlere Temperatur des Jahrs — 1°.5 R., im Januar sinkt sie bis — 8°.2, im Juli steigt sie bis 4°.8 (in Genf sind diese Zahlen 7°.1, — 0°.5 und 14°.2). Die Oscillationen, sowohl die periodischen wie die nicht periodischen, zeigen manche Verschiedenheiten von denen im Tieflande; im Ganzen zwar gehen sie parallel mit diesen, denn von unten her kommt den Hochregionen ja die Temperatur, diese Quelle der ganzen Meteoration; da aber besonders umändernd wirkt, ausser der Höhe selbst, die täglich zumal im Sommer mächtig aufsteigende Luftströmung, so entsteht dadurch einige Störung im Parallelismus der Curven, welche sowohl die gesetzliche Abnahme

der Amplituden betrifft wie auch die Zeit der täglichen Extreme. Die Fluctuationen, jährliche und tägliche, zeigen folgende Verschiedenheiten; die Amplitude der jährlichen ist etwas limitirter, $13^{\circ}.0$ (unten $14^{\circ}.8$), aber der kälteste Monat ist auch hier der Januar, der wärmste der Juli; unter 0° bleibt die mittlere Temperatur von sieben Monaten, ein kleiner See bleibt 9 Monate mit Eis bedeckt, die Schneedecke liegt hier 10 Monate, Schneefälle können auch im Sommer mit den Regen vorkommen, kurze Nachtfröste, Reif u. s. w. können auch in allen Monaten eintreten. Die tägliche Fluctuation hat ebenfalls etwas geringere Amplitude, aber nur im Sommer, im Juli $4^{\circ}.6$ (in Genf $7^{\circ}.4$), nicht im Winter, im Januar $2^{\circ}.4$ (in Genf $2^{\circ}.5$); charakteristisch ist jedoch dabei, dass das mittägliche Maximum oben in beiden Jahreszeiten etwas früher eintritt als unten, schon um 1 Uhr Nachmittags (anstatt bez. um 2 Uhr und 3 Uhr), auch das Minimum des Frühlorgens erscheint oben im Januar schon um eine Stunde früher, um $4\frac{1}{2}$ Uhr (anstatt um 6 Uhr), aber im Juli an beiden Orten gleichzeitig, um 3 Uhr. — Die Undulationen sind zwar auch, was deren absolute Amplitude betrifft, abnehmend nach der Höhe hin, sogar scheinen sie sehr viel weniger excessiv, also limitirter zu sein am hohen Orte als unten, denn binnen 10 Jahren (1841 bis 1850) erreichte das absolute Minimum nur $-21^{\circ}.7$ R. (unten binnen 25 Jahren doch auch $-20^{\circ}.2$), und demnach scheint das absolute Minimum oben sogar überhaupt kaum jemals niedriger zu sinken als unten, und da kein Zweifel darüber besteht, dass das absolute Maximum dort bei weitem weniger hoch steigt (vielleicht kaum über 12° R.), so ist die absolute Amplitude der Undulationen unten für weit excessiver, oben aber für weit limitirter anzunehmen. Dies gilt nicht von den täglichen Undulationen; sehr wahrscheinlich ist deren Amplitude oben weit grösser, wenigstens im Sommer, wie sie auch wahrscheinlich frequenter sind; also die tägliche Undulabilität ist oben breiter und reger, als unten (darüber fehlen aber noch genaue Beobachtungen). Dagegen die monatlichen Undulationen bewahren in der Höhe ziemlich den Parallelismus der unteren Curven, ihre Amplitude ist abnehmend nach oben, wie es scheint, aber sie ist breiter im Winter als im Sommer sowohl oben wie unten.

Die Luftdrucks-Verhältnisse. Der mittlere atmosphärische Druck, oder Barometerstand, ist bekanntlich überall in gleicher Progression nach oben hin abnehmend, auf dem St. Bernhard ist er im Mittel des Jahrs $563^{\text{mm}}.64$ (in Genf $726^{\text{mm}}.43$), im Juli 568.29 ,

im Januar 559.48, Amplitude $8^{\text{mm}}.81$ (in Genf sind diese Zahlen 727.59 und 726.68). Im Ganzen folgen dessen Oscillationen auch in jener Höhe denen der Temperatur, aber zwei Factoren greifen hier noch wirksamer als unten dabei ein, indem mit der Ascensions-Strömung nicht nur Luft sondern auch Wasserdampf nach oben gebracht wird. Charakteristisch für die Höhen wird dadurch die Erscheinung, dass, wie schon die hiesige unmässig grössere Amplitude der jährlichen Fluctuation andeutet, letztere oben eben im Sommer eine beträchtliche Erhöhung erfährt, und dass diese bleibt auch nach Abzug des Dampfdrucks. Diese sommerliche Culmination der Barometer-Curve ist eine sehr beachtenswerthe Eigenthümlichkeit der orographischen Meteorologie überhaupt und auf dem St. Bernhard vollständig erwiesen, sogar beträgt hier die Amplitude der jährlichen Fluctuation, genauer bestimmt, $10^{\text{mm}}.0$ (in Genf nur 4.8). Analog lässt sich erwarten, dass auch die tägliche Fluctuation oben eine bedeutende Aenderung der im Tieflande gewöhnlichen Curve erfahre, ebenfalls als Folge der Ascensions-Strömung, wenigstens im Sommer. So verhält es sich wirklich, in der Art, dass die bei höchstem Wärmestande eintretende Depression hier oben beeinträchtigt wird, mehr oder weniger verschwindet. Daher werden die unten bekannten zwei Maxima und zwei Minima nach Maass und nach Zeit verschoben, im Juli, sehen wir, wird das erste Morgen-Maximum drei Stunden fortgeschoben, erscheint anstatt um 9 Uhr erst um 12 Uhr, dann erscheint das nachmittägliche Minimum zwar um 3 Uhr, aber in kaum merklicher Weise, und so dass es noch über dem Mittelstande bleibt, also keine Depression der Curve in eigentlichem Sinne zu nennen ist. Die Amplitude dieser täglichen Fluctuation ist jedoch nach oben hin abnehmend, sie beträgt im Juli nur $0^{\text{mm}}.76$ (unten aber $1^{\text{mm}}.08$). — Was die Undulationen betrifft, so ist auch darin als charakteristisches Phänomen zu bemerken, dass im jährlichen Gange das absolute Maximum nicht, wie im Tieflande gewöhnlich ist, im Winter eintritt, sondern und zwar ganz regelmässig im Sommer (im Juli $576^{\text{mm}}.3$, bei Mittelstand des Jahrs von $563^{\text{mm}}.64$), jedoch das absolute Minimum hat seine Zeit wie unten, im Winter (im December 538.4). Die Amplitude dieser absoluten Undulationen erweist sich als nach oben hin abnehmend, wie 36.1 zu 43.3, aus einer längeren Reihe von Jahren; dabei überwiegt oben wie unten die negative Undulation über die positive an Grösse, oben wie 23 zu 13 (unten wie 26 zu 17). Indessen gilt

dies nicht für den Sommer, dies ersieht sich wenn man die monatlichen Undulationen in Betracht zieht; deren Amplitude ist zwar für das Ganze des Jahres auch nach oben hin abnehmend, aber nicht in den drei Sommermonaten, für das Jahr beträgt sie oben 34.6 (unten 41.0), im Januar 23.6, im December 34.6 (unten aber bez. 31.5 und 41.0), aber im Sommer wird sie umgekehrt nach oben hin etwas zunehmend, im Juli 12.7 (unten nur 11.1). An beiden Orten wird sie im Winter weit breiter als im Sommer, entsprechend den Undulationen der Temperatur und der eigentlichen Ursache dieser, den thermischen und barischen Eigenschaften der beiden grossen wechselnden Luftströme, also dem Passat-Wechsel gemäss, in jenen entgegengesetzten Jahreszeiten. Ueber die täglichen Undulationen des Barometers ist noch nichts Genaueres anzugeben; vielleicht gewinnen auch sie, wie die der Temperatur, im Sommer an Amplitude und wird dann auch diese tägliche Undulabilität oben excessiver als unten. — Demnach werden im Allgemeinen die Barometer-Oscillationen, entsprechend der Temperatur, nach der Höhe hin limitirter; aber es wirkt dabei die Ascensions-Strömung ändernd, welche Luft und Wasserdampf rhythmisch aufwärts führt und wieder damit sinkt, und zumal im Sommer und um die Mitte des Tages ein sehr wichtiges Moment darstellt.

Die Hygrometeoration. Die Dampfmenge, wie gesagt, ist überall auf der Erde nach oben hin abnehmend, deren Tension beträgt in unserer Höhe (7600') im Jahresmittel $2^{\text{mm}}.72$ (in Genf $5^{\text{mm}}.64$), im Juli 5.46 (August 6.6), im Januar und December nur 1.56 (zu Genf im August 9.74, im Januar 3.53). Demnach ist diese jährliche Amplitude oben 4 bis 5^{mm} , unten aber $6^{\text{mm}}.2$. Wenn man unten, in Genf, den Dampfdruck abzieht vom ganzen Barometerdruck, so tritt hervor im jährlichen Gange in normaler Weise im Sommer ein schwächerer Luftdruck; da aber am hohen Orte selbst nach Abzug des Dampfes ein höherer Stand des Barometers im Sommer bleibt, so folgt daraus, dass hier oben die hinzukommende Dampfmenge nicht allein die Ursache der Steigerung ist. Die Werthe des dampfleeeren Luftdrucks sind folgende: auf dem St. Bernhard als Mittel des Juli $562^{\text{mm}}.72$, des Januar nur 557.48, dagegen in Genf umgekehrt des Juli nur 719.7, des Januar aber 723.4. Analog verhält sich die tägliche Fluctuation der Dampfmenge; sie wird am hohen Orte am Mittage zunehmend, aber verhältnissmässig weit mehr als am unteren Orte; in Genf wird sie in der That (im Sommer) um Mittag kaum zu-

nehmend, trotz der Nähe des See's, wie freilich noch mehr auf entschiedener continentalem Boden des östlicheren Europa's, weil die Ascensions-Strömung einen grossen Theil davon aufwärts führt (sie ist zu Genf im Juli am Morgen 6 Uhr 9^{mm}.9, am Nachmittage 10.6, im Januar bez. 3.7 und 3.9); daher wird auch im Tieflande der Saturationsstand der Luft beträchtlich geringer um Mittag. Dass die Dampfmenge dagegen in den höheren Regionen um Mittag im Sommer beträchtlich sich vermehrt, geht schon aus der Thatsache hervor, dass um diese Zeit hier die Saturation, anstatt zu sinken, wie unten, nahe gleich bleibt oder steigt. Zahlen sind über diese tägliche Fluctuation der Dampfmenge oder der Dampf-Tension am hohen Orte noch nicht anzugeben, aber mittelbar giebt hierfür die Saturation Zeugniss ab. — Bei der Saturation sind auch zu analogisiren die jährliche und die tägliche Fluctuation. Man kann fragen, in welchem der drei allgemeinen in vertikaler Richtung sich folgenden hygrometeorischen Gürtel das Gr. St. Bernhard-Hospiz sich befinde; wie es scheint, liegt dieser Standort im Sommer im zweiten Gürtel, dem „hochsaturirten, wolken- und regenreichen“, welcher dann so hoch aufsteigt, dagegen im Winter sinkt dieser wieder und dann liegt jener hohe Ort (7500' hoch) im oberen Gürtel, dem „dampf- und regenarmen.“ Für diese Vorstellung sprechen die Erscheinungen und die Zahlen, wie folgendes Schema der jährlichen Saturation lehrt:

Gr. St. Bernhard	7500' hoch	Juli	79	proc.	Jan.	83,	Amplit.	4,	Jahr	71	proc.
Genf	1250'	-	66	-	87,	-	21,	-	77	-	

Demnach ist oben die Saturation im Sommer kaum niedriger als im Winter, aber entschieden höher als unten. Genauer angegeben ist oben die Jahres-Curve der Art, dass die Saturation hier zwar Anfangs, wie unten, vom Winter nach dem Frühling hin abnimmt, aber im Sommer charakteristisch wieder zunehmend wird und dann weit höher als unten bleibt, im Winter sinkt sie wieder und wird sogar niedriger als unten. Sehr wahrscheinlich verhält sich analog die tägliche Fluctuation der Saturation; auch diese Curve wird als charakteristisch um Mittag ein Steigen zeigen, wenigstens im Sommer, im Gegensatz zum Sinken im Tieflande, ebenfalls in Folge der Ascensions-Strömung und des damit hinaufgeführten Dampfes; vom St. Bernhard fehlen hierüber Angaben, aber bezeugt findet sich die Vermuthung durch die Beobachtungen auf den Bergfahrten an noch höheren Orten. — Mit dem eben Gesagten stimmen überein die Angaben über Niederschläge und Wolken auf dem St. Bernhard, näm-

lich mit der Annahme, dass dieser Ort im Sommer im hochsaturirten Gürtel sich befindet, und zumal um Mittag. Die Menge des Niederschlags ist hier sehr viel grösser als unten, so dass zu vermuthen ist, sie sei hier nur local vermehrt durch die Stellung des Passes und günstige Richtung für Aufnahme des bergan steigenden Südweststromes. Die jährliche Regenmenge, freilich grösstentheils aus Schnee bestehend, beträgt oben im Mittel 1500 Millimeter (66 Zoll, unten nur 28 Zoll), die Mächtigkeit des jährlichen Schneefalls ist etwa 10 Meter (30 Fuss), und man rechnet, dass 1 Meter Schnee etwa 100 Millimeter Wasser giebt, das gäbe also hier etwa 3 Fuss, genauer 40 Zoll Wasser, dann blieben für Regen 26 Zoll, welcher allein im Sommer fallen kann, wo aber auch der Schnee nicht ganz fehlt. Regentage zählte man oben im Jahre etwa 128 (in Genf 117), im Winter weniger. Die Bewölkung war oben im Sommer weit stärker als unten, jedoch auch, umgekehrt wie unten, weit stärker im Sommer als im Winter, dieser hat im Gegentheil oben viele heitere Tage, sonderlich im Januar, die Zahl der heiteren Tage betrug z. B. im Jahre 1860 oben 79, davon im Winter 27, dagegen unten im Jahre nur 38 und davon im Winter nur 7; die Zeit, wo oben stärkere Bewölkung herrscht, ist von April bis October; doch erfolgt, was das tägliche Verhalten betrifft, an beiden Orten häufigere Bedeckung des Himmels um Mittag; im Durchschnitt der Jahre ist die Bewölkung oben unbedeutend geringer als unten, wie 59 zu 61. — Gewitter sind oben weit seltener als unten, wie 7 zu 25. — Nach allen diesem hat man gewiss Recht zu sagen, dass der Standort in 7500' Höhe im Sommer im „hochsaturirten“ Gürtel sich befindet, welcher im Winter sinkt und den Ort dann im oberen, im „dampf- und regenarmen“ Gürtel lässt.

Die Winde. Diese haben oben im Mittel weit grössere Intensität als unten, wie 29 zu 13, auch wahrscheinlich grössere im Winter als im Sommer (auch die Stürme sind wahrscheinlich häufiger im Winter); dennoch kommen oben mehr Calmen vor als unten. Was die Richtung betrifft, so können auf dem St. Bernhard-Pass wegen dessen localer Configuration nur NO und SW vorkommen, und da eine meteorische Windrose fehlt ist kaum zu bestimmen, ob diese Richtungen auch immer oder wann sie die beiden Passate angeben; daher bedeutet es auch nicht viel wenn gefunden ist, dass hier weit überwiegend an Häufigkeit die nördlichen Winde sind. Beachtenswerth ist aber, dass im Allgemeinen

an beiden Orten gleichzeitig einer oder der andere der beiden Passate bestand, falls eine nördliche oder aber eine südliche Richtung länger anhielt; indess zu Zeiten kam auch vor, dass am oberen Orte der herrschende Luftstrom ein verschiedener war von dem am unteren Orte herrschenden, z. B. im Jahre 1857 herrschte im Februar und wieder im November oben der SW, unten dagegen der NO, und im December oben NO (ob dies wirklich der Polarstrom war, ist doch zweifelhaft), unten aber SW. Auch die Anomalität der Jahre erwies sich im Allgemeinen als gleichzeitig oben wie unten. — Die Evaporationskraft ist wahrscheinlich oben etwa um das Doppelte stärker als unten, obgleich die Saturation oben kaum geringer ist als unten, ja im Sommer zumal um Mittag sogar weit höher; die rarificirte Luft ist die Ursache und daher entstand die frühere Unentschiedenheit der Frage, ob auf den Gebirgen mehr „Feuchtigkeit“ oder aber mehr „Trockenheit“ der Luft sich finde; richtiger ist zu sagen, die Dampfmenge ist hier immer weit geringer, die Saturation aber ist im Sommer hier weit höher als unten, wie auch mehr Nebel und Regen, jedoch die Evaporation ist dennoch intensiver, das Abtrocknen erfolgt weit rascher u. s. w.

§. 4.

Auf solche empirische Grundlage an einem festen Standorte in 7500' Höhe uns stützend, können wir nun eher wagen, in die meteorologischen Verhältnisse des noch höheren, bei 8200' Erhebung beginnenden und mit perennirendem Schnee und Eis bedeckten, Gebiets der Alpen einzugehen; diese Verhältnisse müssen eine Fortsetzung der eben dargelegten darbieten, obgleich wir nicht berechtigt sind, ohne hinreichende empirische Belege, eine ganz gleichmässige Progression der unteren Erscheinungen in diese weit höher, noch bis nahe um das Doppelte höher aufsteigenden Regionen anzunehmen, und etwa mittelst Interpolation ein Bild davon zu construiren; sondern wir müssen uns ebensowohl an den wenigen hier selbst wirklich gefundenen That-sachen halten, wenn diese auch meistens nur in ambulirender Weise und momentan aufgenommen sind, während Gipfelfahrten in Sommerzeit. Sie sind früher in Auszügen der Berichte mitgetheilt (siehe A).

I. Die Temperatur-Verhältnisse der Hoch-Alpen.

Wie bei der allgemeinen geographischen Auffassung der Meteorologie überhaupt wird man auch hier die Temperatur der Luft besser verstehen, wenn zuvor die Temperatur des Bodensubstrats näher bestimmt wird, auf welchem die Atmosphäre lastet und über welches sie hinzieht. Dies ist hier sogar um so mehr nothwendig, weil das Substrat von einer ganz besonderen Beschaffenheit ist. Indessen muss die kältende Einwirkung der Eisregion auf das Klima des umliegenden Landes nicht etwa überschätzt werden; denn der Umfang dieses ganzen hohen Eislagers, zu 65 Quadrat-Meilen angenommen, in ausgestreckter länglicher Gestalt, ist immer nur gering im Verhältniss zum grossen Ganzen der Atmosphäre, und ferner ist es ursprünglich nur Folge der Temperatur der Atmosphäre, nicht deren Ursache, ausser in localer Beschränkung und zwar auf entgegengesetzte Weise im Sommer wie im Winter, nur dort kühlend, hier aber sogar wärmend wirkend. Humboldts Worte sind auch hier gültig und anwendbar (Kleinere Schriften 1853, B. I.): „so ungeheuer auch die Bergmauer der Cordilleren ist, sie kann doch nur schwach auf Luftschichten kältend einwirken, die unaufhörlich sich erneuern.“ Das Bodensubstrat ist hier also nicht unmittelbar der Erdboden, sondern dessen permanente, sehr mächtige Eisdecke. Letztere hat als Gegenstand der Untersuchung auch für sich einen grossen Werth, es ist die ganze Gletscherwelt im weiteren Sinne. Sie ist in neuerer Zeit mehrfach untersucht, vorzugsweise jedoch nur in ihren unteren Fortsetzungen, den eigentlichen Gletschern, im engeren Sinne. Wir sind genöthigt, sie in ihrem Ganzen übersichtlich in Betracht zu ziehen, von den Gipfeln bis zu den Enden, und zwar soll und kann dies nur in besonderer Beziehung auf die Temperatur-Verhältnisse geschehen, welche aber eben bisher zu wenig dabei berücksichtigt sind, weniger als andere physikalische Verhältnisse, Structur, Bewegung u. s. w. Wenn auch dem Verfasser die Gletscherwelt nicht ganz fremd aus eigener Anschauung geblieben ist, sind es doch die Zeugnisse vieler und zuverlässiger Beobachter, welche hier vereinigt, verglichen und zu Aufstellung eines Bildes, als des Ergebnisses, verwendet werden. Dies ist die Methode der Untersuchung, welche auch hier angewendet ist. Die Leser, welche die früher dargebotene Sammlung von Berichten über die auf dem Firnmeere bis zu den Gipfeln ausgeführten Bergfahrten genauer verfolgt haben, werden vielleicht die übersichtliche

Vorstellung billigen, welche von der Gletscherwelt zu geben nun versucht werden soll.

1. Das Eislager der Hoch-Alpen oder die Gletscherwelt.

Wenn wir, die allgemeine geographische oder tellurische Uebersicht nehmend, fragen nach den allgemeinen Bedingungen zur Bildung nicht nur grosser Eislager auf den Gebirgshöhen, sondern besonders deren niedersteigender Fortsetzungen, der Gletscher, so lassen sich als solche Bedingungen folgende fünf aufstellen: 1. eine gewisse hinreichend bedeutende Erhebung, also auch ein bedeutendes Areal, des Gebirges oberhalb der sommerlichen Schneegrenze, — 2. eine gewisse günstige Configuration dieses Gebirgsbodens mit mässigem Gefäll, welche indessen wohl nirgends ganz fehlt, — 3. häufige Wiederholung des Schneefalls ohne lange Unterbrechung, daher vorzugsweise, ja allein, die längsten Gletscher auf dem fünften Regen-Gürtel, d. i. mit Niederschlag in allen Jahreszeiten, vorkommen, — 4. eine jahreszeitliche Periode mit völligem Aufhören des Abschmelzens, bis in die unteren Regionen, also Winterzeit, — 5. die Periode des Abschmelzens, der Sommer, muss kühl und von kurzer Dauer sein. Daher finden sich vorzugsweise auf den höheren Breiten und hier auf schmaler Continentalität oder auf einer Inselwelt lange und sogar bis in das Meer hineinreichende Gletscher, wo auch schon die Schneegrenze selbst niedrig genug bleibt, nicht aber auf der intertropischen Zone. Ausgedehnte und auch tief reichende Gletscher finden sich in Grönland, Island, Insel Mayen, Spitzbergen, Norwegen, Kamtschatka, im nördlichen British Columbia (?), und auf der Süd-Hemisphäre in Chile, Fuegia und im südlichen Theile Neu-Seelands. Wo man auf der Erde geringe Gletscherbildung findet, fehlt eine oder mehrere jener Bedingungen. Unter den Gebirgen mit Gletscherbildung nehmen aber die Alpen eine vornehmliche Stelle ein, man kann sagen, dass kaum ein anderes Gebirge sich findet, was in solcher Höhe (die Mittelhöhe ist bekanntlich 7000') ein so ausgedehntes, mächtiges und mit so zahlreichen und so tief abwärts sich erstreckenden Gletschern versehenes Eislager trägt. (In weit grösserer Erhebung ist freilich als Seitenstück der Kuenluen, 35° N, anzuführen. *) — Lange Zeit

*) Die Erklärung liegt in den genannten Bedingungen enthalten; für die geographische Lage sind aber vorzugsweise wichtig der Regengürtel und der kühle Sommer. Die Pyrenäen haben kaum Gletscher, weil sie niedriger sind, aber mehr noch, weil im Sommer hier die Niederschläge ausbleiben (Subtropen-Gürtel) und der Sommer auch

hat man nur unklare Vorstellungen über die Natur und die Entstehung dieser in fast unzugänglichen Höhen aufgestapelten Schnee- und Eismassen gehegt, ungefähr in dieser Art: Schnee bedecke die höchsten Gebirgsrücken, dieser verwandele sich in der Nähe der Schneelinie in Gletscher, in Folge von Schmelzen des Schnee und neuen Gefrierens, indem hier ein Wechsel von Schmelzen und von Frieren des Geschmolzenen Statt habe, wodurch der Schnee allmählig erst in körniges dann in kompaktes Eis verwandelt werde. Erst in neuster Zeit hat man erkannt, dass nicht gerade ein Wiederschmelzen des Schnees zur Umwandlung in Eis nöthig ist, sondern dass diese vorzugsweise direkt, ohne Schmelzen, und auch schon in dem kaum jemals in der Mitte sonniger Sommertage oberflächlich schmelzenden Schneelager der höchsten Regionen, allein durch den Druck der Schneemassen selbst, in deren unteren Schichten zu Stande kommt. In der That, Schnee ist ja schon Eis, nur fein gebildet in vereinzelter Krystallformen, und Zusammenpressen desselben kann erklärlicher Weise genügen, um ihn dicht zu vereinigen, was auch ausserdem durch Versuche völlig erwiesen ist.***) Gletscher sind daher richtig nur als vorgerückte Fortsetzungen des ganzen in Bewegung befindlichen, schon in der grössten Höhe entstehenden, mehre hundert Fuss mächtigen Schnee- und Eislagers zu betrachten. Im Winter bedeckt eine Schneelage den ganzen als Alpen-Gebirge erhobenen Boden, von den Gipfeln bis zum Fusse, indem nur im Tieflande und nur zeitweise die weisse Decke bis zu gewisser Höhe wegschmilzt; aber mit zunehmender Jahreszeit und steigender Erwärmung von unten her zieht sich diese Decke mehr und mehr aufwärts, bis endlich im Juli bis September

wärmer ist; deshalb mangeln die Gletscher auf dem ganzen Subtropen-Gürtel (mit Ausnahme des Kuenlun und vielleicht des Thian-Schan, aber auch in enormer Höhe). Die genannten Bedingungen genügen auch zur Erklärung der dereinstigen „Eisperiode“, welche die Geologie durch die Spuren ausgedehnter Gletscherbildung in mehreren Ländern anzunehmen genöthigt ist; namentlich genügt eine auf dem Gürtel mit Niederschlägen in allen Jahreszeiten vorhanden gewesene Inselwelt mit Gebirgen. Dies gilt auch für die Alpen, dadurch würden noch kühlere Sommer bestanden haben. Aber nicht etwa kann die Erklärung genügen, das hohe Eislager selber habe sich die Thäler ausgeschliffen und dadurch das Klima milder gemacht; denn eben mit den massigeren Bodenerhebungen steigen ja auch die Temperaturlinien im Jahresmittel (Isothermen), zumal aber im Sommer, höher; ein vielfach eingeschnittenes Gebirge wird also im Ganzen kühler, wenn auch die untersten Thäler wärmer werden.

*) Diese Ansicht und Thatsache sind von Rendu, Schlagintweit, J. Forbes und Tyndall festgestellt. Damit erklären sich auch zwei besondere Eigenthümlichkeiten des Gletschereises, d. i. dessen Luftgehalt und die Schichtung (Stratification).

eine bleibende Grenze, etwa in 7600' und 8200' Höhe beharrt. Hier beginnt also dann das permanente Schneelager, weil der jährliche Zuwachs durch Schneefall, der hier ja auch im Sommer nicht ganz aufhört, obwohl in den weniger hoch hinaufreichenden Theilen noch mit Regen abwechselnd, allmählig nicht weiter durch den Abgang überwogen wird, sondern erst diesem gleichkommt, dann aber ihn mehr und mehr übertrifft. Dies geschieht, indem nicht nur die Zeit des Abschmelzens abnehmend nach oben hin wird (und damit die des dabei mithelfenden Regens) und das Abschmelzen selbst schwächer wird, sondern auch indem die Zeit des Niederschlags in Schneeform zunehmend wird, so dass auch ein zweiter beachtenswerther Factor des Abgangs, welcher nach oben hin zunimmt, die Evaporation, nicht bedeutend genug ist, sondern weit überboten wird vom Zugange. Auf diese Weise häuft sich von Jahr zu Jahr ein mächtiges Lager von krystallisirtem Wasserdampf an; dies erhält eine Mächtigkeit, freilich stellenweise mannigfach verschieden, von mehreren hundert Fuss, bis 700' (grösser ist sie nicht nach Augenzeugniss angegeben), aber allmählig in den tieferen Schichten durch den eignen Druck in die Form compacten Eises übergehend, mit deutlicher, die Jahrgänge anzeigender Schichtenfolge, so dass nur oberflächlich die Schneeform sich erhält. Man muss daher die weithin schimmernde weisse Schneedecke der Gebirgsfirsten sich denken als einen nur dünnen Schneemantel, welcher einen sehr mächtigen Eispanzer überdeckt. Da nun die beiden Factoren des Abgangs, erstlich Schmelzen, durch Wärme und Regen, mit Abfliessen nach unten hin, und zweitens Evaporation, also mit Verflüchtigen nach oben hin, nicht gleich kommen dem einzelnen Factor des Zuwachses, d. i. dem Schneefall, so würde unstreitig die Zunahme des Schnee- und Eislagers unbegrenzt erfolgen, wenn nicht noch ein dritter Factor für den Abgang hinzukäme, das ist ein in Folge der mehr oder weniger geneigten Lage des Gebirgsbodens erfolgendes, sehr langsames Vorrücken und Abwärtsgleiten des gesammten Eislagers unter die sommerliche Schneegrenze in das Bereich der unteren wärmeren Regionen, wo das Vorgeschobene im Sommer dem Schmelzprozess übergeben wird, um so mehr je tiefer es gelangt. Dieser unter die Schneelinie vorgerückte Theil des Eislagers ist es was man im engeren Sinne Gletscher nennt, und die auf ihm verlaufende Schneegrenze etwa in 7600' Höhe, heisst hier die Firnlinie. — Wenn hier nun noch etwas weiter von Gletschern die Rede sein wird, so mag aus-

drücklich wieder erinnert werden, dass dies doch vorzugsweise oder allein in Hinsicht auf die Temperatur-Verhältnisse sein soll.

Da zum Vorrücken der Masse des hohen Eislagers eine gewisse Schwere desselben nothwendig ist, so folgt daraus, dass zuvor eine gewisse Mächtigkeit des ganzen Lagers erreicht sein muss, und dass also erst eine Reihe von Jahren zur Bildung desselben vorhergehen musste. Dann aber kann man annehmen, erfolgt das Vorrücken, freilich auch im Verhältniss zur Neigung, mit einer gewissen mittleren jährlichen Regelmässigkeit, entsprechend der jährlichen Zunahme durch Schneefall. Hätte nun das obere Gebiet der Gebirge überall gleichmässige Kegel- oder Dach-Gestalt, so würde das Vorrücken der Gletschermasse auch an allen Seiten gleichmässig erfolgen können; aber bei der wirklichen Mannigfaltigkeit der Gestaltung geschieht das Vorrücken allein oder vorzugsweise an geeigneten Stellen. Da wo die Neigung des Bodens dem Sohligem näher kommt muss es langsamer sein, kann auch eine Anhäufung sich bilden. Man hat versucht das Mittel der stellenweise so verschiedenen Eile zu bestimmen und für das Jahr 14 bis 30 bis 200 bis 400 Fuss angenommen, etwa für den Tag einen Fuss, für die Stunde $\frac{1}{2}$ Zoll. Da wo Mulden und Thaleinschnitte des Bodens begünstigen, dahin drängen die Eismassen, und deshalb zeigt sich immer deutlich die Tendenz des Firnmeers (so nennt man das Schnee- und Eislager oberhalb der Firnlinie) in schmalere Betten zu confluiren, wodurch einzelne vordringende Fortsetzungen zu Stande kommen, die Gletscher, welche die Firnlinie überschreiten und im Sommer von Schnee entblösst werden, übrigens aber ursprünglich dem Wesen nach nicht verschieden sind vom grossen Eislager. Erklärlicher Weise erfolgt das Vorrücken in der Form, dass die oberen Schichten die Neigung haben überzuhanen und also rascher sich zu bewegen, und ferner muss bei den eingeeengten Gletscherströmen die Bewegung auch rascher sein längs der Mitte. Auf zu grossen Neigungen der Gletscherbahn entstehen stellenweise Brüche in der Eismasse; diese sind entweder durchgehend, das sind Abbrüche der ganzen Gletschermasse, oder nur theilweise, das sind Spalten (Schründe), und zwar sind zu unterscheiden die auf der Oberfläche, als „convergirende“ und die an der Unterfläche, als „divergirende“. Jene entstehen, der Voraussetzung nach, über vorspringenden Winkeln der unterliegenden Bahn,*) diese aber über einspringenden.

*) Dies ist von Tyndall an mehreren Stellen des Mer de Glace bei Chamouni exact nachgewiesen; z. B. an einer Stelle, wo der Gletscher an einer Cascade von

Selbst in der Mitte der oberen Gletscherwelt, im Firnmeere, kommen solche Zerbrechungen im Eislager zahlreich vor. Spalten schliessen sich oft wieder nachdem sie die Bildungsstätte überschritten haben, wiederholen sich aber oft oder auch meistens an denselben Stellen; erklärlich sind sie ursprünglich quer, dem Zuge der Bewegung gemäss; sie verschieben sich aber mit dem Fortrücken; daher entstehen sie an den Seiten häufig schräg, und auch weil die Achse des Zuges nach der Mitte hin geht. So ereignet es sich, dass nur wenige Gletscher ihre letzte Endigung durch Schmelzen allein vollständig erreichen, sondern dass die meisten unterwegs endigen, durch Abbrechen. Jene sind diejenigen Gletscher, welche auch „ersten Ranges“ (nach Saussure) oder auch „primäre“ genannt werden; man könnte sie wohl „Schmelz-Gletscher“ nennen, denn es sind die vollständig zur Entwicklung kommenden; deren giebt es im ganzen Alpen-Gebiete etwa nur 60 (davon reichen nur zwei bis zur Tiefe von 3200' Höhe, und beide an der Nordseite, der Grindelwald- und der Bossons-Gletscher bei Chamouni). Die anderen sind die s. g. „zweiten Ranges“ oder auch „secundäre“; man könnte sie wohl „Bruch-Gletscher“ bezeichnen, denn es sind die nicht vollständig zur Entwicklung kommenden, sie finden sich in grosser Zahl, auch auf dem Firnmeere wird ein nicht geringer Theil der Eismassen als solche Eislawinen mit Donner-Gepolter in die unteren Regionen geschafft. In der That diese s. g. Gletscher zweiten Ranges oder kürzeren sind nicht wohl aus anderen Gründen so kurz als weil sie abgebrochen sind ehe sie weiter unten abschmelzen konnten, denn beide Arten von Gletschern kommen ja im Allgemeinen von gleicher Mächtigkeit des Eislagers her. *) Ueber den Flächenumfang des Firnmeers und der eigentlichen Gletscher mögen einige Beispiele sprechen. Der längste Gletscher ist der Aletsch-Gletscher des Finsteraarhorn (man kann hinzufügen, obgleich nach Süden gerichtet), er misst von der Firsthöhe des Firnmeers bis zum Ende der Gletscherzunge 63000' Länge; das eben so berühmte Mer de Glace des Montblanc ist 44000' lang; der Pasterz-Gletscher des Gross-Glockner in Tyrol ist 29000' lang; dessen Firnmeer ist 12000' lang und 12600' breit, aber der eigent-

Eistrümmern heruntersteigt, fand man dessen Neigung oberhalb der Stelle zu $5^{\circ}10'$ und auf der Cascade selbst $22^{\circ}20'$; an einer anderen ähnlichen, tiefe Spalten enthaltenden Stelle war das Verhältniss der Neigung oberhalb des Winkels 4° , zu der unterhalb $9^{\circ}25'$ (The glaciers etc. 1860. S. 313 und 323).

*) B. Studer nennt die beiden Arten „Thal“- und „Berg-Gletscher.“

liche Gletscher ist 16600' lang und 3800' breit, seine Mächtigkeit nahe dem Ende betrug 700'. Der Anfang des Gurgler-Gletschers im Oetzthal-Gebirge in Tyrol ist in 11000' Höhe, die ganze Länge beträgt 31600', die des Firnmeers allein 17600', die des eigentlichen Gletschers 14000', die mittlere Neigung des Firnmeers ist nur $2^{\circ}.51'$, aber die des Gletschers $8^{\circ}.7'$, freilich mit manchen örtlichen Verschiedenheiten; der Gespaatsch-Gletscher ist lang 35700', das Firnfeld allein 19000' (der Gletscher also 16700'), breit 10200' (der Gletschern 2000'), der Flächenraum des Firnfeldes 173 Millionen Quadrat-Fuss, des Gletschers 76 Millionen, also verhält sich jener zu diesen wie $3\frac{3}{4}$ zu 1. *) Am schnellsten vorrückend ist wohl der Vernagt-Gletscher, binnen 19 Monaten betrug dessen Fortbewegung für den Tag über 7 Fuss, sie war sogar augenscheinlich.

Versuchen wir nun die Temperatur-Vertheilung im Innern dieser Gletscherwelt zu bestimmen. Ursprünglich ist freilich die ganze Existenz des Eislagers nur Folge der allgemeinen geographischen Temperatur-Vertheilung, deren Linien hier sogar mit dem aufsteigenden Boden etwas höher als in der freien Atmosphäre sich erheben, aber es finden dabei einige Besonderheiten Statt, in Folge der Permanenz des Eises als des Bodensubstrats, wie sie nicht vorkommen da, wo das Erdreich unmittelbar das Bodensubstrat bildet. Im Allgemeinen empfängt bekanntlich die Atmosphäre ihre Temperatur von der terrestrischen Insolationswärme, welche bis in gewisse Tiefe des Bodens, auf diesen Breitenkreisen etwa 80' tief, eindringt (ob aber in den höheren Regionen des Gebirges tiefer, wegen zunehmender Intensität der Insolation, ist fraglich) mit sehr langsamer jahreszeitlicher Fluctuation, von nach dem Innern hin schmaler werdender Amplitude; in der Art zeigt sich das Ganze, dass die mittlere Temperatur der Insolation-Schicht nahe gleich ist der mittleren klimatischen Temperatur des Orts (richtiger um ein geringes höher), und dass die sommerliche grösste Wärme, weil sie sehr langsam vorrückt, erst im Winter in der Tiefe des Bodens erscheint, und umgekehrt die Winterkälte in der Tiefe jener Schicht erst im Sommer eintritt (freilich mit einer hier sehr gering gewordenen Differenz). Im Ganzen ist nun richtig, eine ähnliche Vorstellung auch von den jährlichen Temperatur-Schwankungen in dem eisigen Bodensubstrats anzunehmen; aber

*) Diese Angaben über die Tyroler Gletscherwelt sind nach Sonklar's Untersuchungen.

Unterschiede treten manche hervor. Es ist wichtig und nöthig, die wenigen empirischen Befunde, die hier bereits gewonnen sind, in ihrem grossen Werthe zu erkennen und zu Grunde zu legen. Es ergiebt sich dann aber bald, dass dabei sehr bestimmt zu unterscheiden sind, das Eis-Gebiet oberhalb und das unterhalb der Firnlinie, in eigenthümlicher Weise. — Wir wissen, dass die Gletscher im engeren Sinne, d. h. also das Eislager unterhalb der Firnlinie, in ihrem Innern bis auf den Grund in jeder Jahreszeit (ausgenommen im Winter, eine schmale oberflächliche Schicht, in welcher die Winterkälte mehre Fuss tief eindringen kann) mit einer gleichmässig und permanent um ein Weniges über 0° sich haltenden Temperatur des Schmelzwassers versehen oder durchdrungen sind; dies ist Folge des die Masse im Sommer infiltrirenden Schnee- und Regenwassers, dessen Temperatur der mehre hundert Fuss mächtigen Eismasse mitgetheilt wird und dieser auch im Winter durch die Ausstrahlung, wie gesagt, nur auf der äussersten Oberfläche wieder verloren gehen kann, welche also dem ganzen Innern verbleibt. *) — Aber anders verhält sich die Temperatur des Eislagers oberhalb der Firnlinie, sowohl auf der Oberfläche wie im Innern. Direkte Untersuchungen mittelst Einsenkens des Thermometers in die Schneedecke und in den Eispanzer besitzen wir leider fast gar nicht; jedoch drei Untersuchungen dieser Art sind namhaft zu machen und in ihrer werthvollen Thatsächlichkeit festzuhalten. In der Höhe von 13100' auf dem Monte Rosa fand Zumstein die schon mehrmals von uns erwähnte Temperatur von -10° R. im Innern der hohen Eismasse, begünstigt durch eine grosse Spaltenbildung in Gestalt einer Höhle. Dieser Befund ist näher zu beurtheilen. Da dieser Temperaturgrad unmöglich Wirkung und Ausdruck sommerlicher Temperatur sein konnte, da ferner in Folge der sehr langsamen Fortleitung der Temperatur im Eise (nachgewiesen auf den Polarfahrten), wie im Erdboden, auch hier die winterliche Temperatur in gewisser Tiefe der Insolationsschicht eben erst im Sommer sich einstellen wird (so schon etwa in 40 Fuss Tiefe), aber in solcher Tiefe auch die Differenz zwischen den extremen Graden, also die Amplitude der jährlichen Fluctuation nur schon sehr gering sein kann, — spricht Alles dafür, dass in jenem Temperatur-Grade von -10 R. bereits die mittlere klimatische

*) Diese Thatsachen sind durch die Untersuchungen von Hugi, Agassiz und J. Forbes empirisch festgestellt und entsprechen auch völlig der Theorie.

Temperatur dieser Höhe, deren Hypsothermlinie, wenigstens nahebei, in Erfahrung gebracht worden ist. Wir dürfen demnach in jenem Werthe, -10° R. in 13100' Höhe, einen empirisch ermittelten Anhaltspunkt für die mittlere Temperatur des eisigen Bodensubstrats wie auch der Luft in solcher Höhe überhaupt annehmen. Verfolgen wir die Temperatur-Verhältnisse des hohen Eislagers weiter abwärts (das Bedauern muss wiederholt werden, dass die Gipfelfahrer bisher so selten daran gedacht haben, ihre Thermometer in die Schneedecke oder Eismasse zu senken, bis 1', 3', 6' oder 12' Tiefe), so haben wir kaum irgend welche beobachtete Temperatur-Werthe weiter anzugeben im grossen Firnmeere bis zur Firnlinie. *) Hier aber findet sich ein zweiter Anhaltspunkt, weil wir hier als mittlere klimatische Temperatur des Jahres $-2^{\circ}.2$ kennen und hieraus a priori folgern dürfen, dass auch das Eislager im Innern, wenigstens in der Höhe, wo im Sommer noch kein Schmelzwasser von der Oberfläche eindringt, das ist etwas höher als die Firnlinie liegt, diesen Temperaturgrad besitze. Ausserdem haben wir in dieser Höhe im Winter angestellte, sehr werthvolle direkte Beobachtungen, von Hugi, auf dem Grindelwald-Gletscher, wahrheinlich gerade auf der Firnlinie, in 7500' Höhe, in einer Hütte bei Stieregg, und zwar im Januar und während einer Periode von 13 Tagen strenger Luftkälte bis -20° R. Die Temperatur der Luft hatte schon seit 8 Tagen zwischen -12° und -20° sich gehalten, und war nun zwischen -12° und -15° . Vorhandene Schründe, wenn auch oben 20 Fuss breit, verengten sich nach unten und schlossen sich in einer Tiefe von 60' bis 80', zweimal gelang es durch die ganze Mächtigkeit des Gletschers sie zu verfolgen bis auf den Grund, in eine Tiefe von 114 und 161 Fuss. In der Tiefe dieser Spalten war die Temperatur des Eises oberflächlich -4° bis -5° R., aber nach dem Innern hin näherte sie sich mehr dem 0 Grade, ja 4 Fuss tief eingesenkte Thermometrographen zeigten immer 0° , oder nur wenig

*) Eine Angabe findet sich in etwa 11000' Höhe, auf dem Gr. Venediger, von Spitaler, wo einmal im September um Mittag in 10 Zoll Tiefe unter der Oberfläche des Schnee's fast -1° R. gefunden wurde. Unzweifelhaft ist damit nur Sommerwärme, ja nur die Temperatur des Tages selbst gefunden. — Auch in 10570' Höhe auf dem Col du Géant, im Juli, fand Saussure sogar bis 12' Tiefe constant 0° Temperatur; dennoch muss man dies für Sommertemperatur erklären und für exceptionel, es könnte ja frisch gefallener Schnee die untere, früher frei der Sonne ausgesetzt gewesene Schicht bedecken; an anderen Stellen ist solche Untersuchung nicht wiederholt zu finden.

darunter. Wenn man annimmt, dass hier etwa in 50' Tiefe unter der Oberfläche eines eigentlichen Gletschers untersucht wurde, so erhält man ein entschiedenes Zeugniß für die permanent nahe bei 0° bleibende Temperatur im Innern der Gletschermasse, unterhalb oder bei der Firnlinie. — Wir haben also fürerst wenigstens folgende drei feste Punkte anzunehmen zur Bestimmung der Temperatur des Eislagers, von unten bis oben gerechnet; im Gletscher bis zur Firnlinie bei 7600' oder noch etwas höher hin, ist die innere Temperatur 0° , bald darauf, sobald kein Schmelzwasser mehr eindringt, ist sie wahrscheinlich -2° , nach der Höhe hin wird sie abnehmend und ist in 13100' Höhe zu -10° R. gefunden. Vielleicht werden später die Lücken zwischen diesen vorläufigen drei Temperatur-Punkten Ausfüllungen erhalten; aber wir durften danach schon eine allgemeine Skizze von der Temperatur-Vertheilung im hohen Eislager zeichnen. Demnach bildet also der Gletscher, als Boden-substrat der Atmosphäre gedacht, im Winter, sobald die Kälte der Luft unter den Frierpunkt gesunken, nicht eine kältende sondern eine wärmende Masse, wie ein Ofen von 0° in einer Umgebung von vielleicht -10° Temperatur. *) Dagegen das oberhalb der Firnlinie liegende Gebiet theilt in seinem Innern bis zum Gipfel die mittlere Temperatur der Luftschichten, von der Hypsothermlinie -2° bis zu der von -10° , und zwar rationeller Theorie zufolge, um dies genauer anzugeben, in vertikaler Richtung durch die ganze Mächtigkeit des Eislagers bis auf den Grund. Denn indem die auf der Oberfläche von der Hypsothermlinie bestimmte Temperatur in den unteren Schichten keiner eignen Temperatur begegnet, wie es im Erdreich der Fall ist, muss die mittlere atmosphärische Temperatur der Eismasse bis auf den Grund sich mittheilen, und ohne Fluctuationen, ausser in einer schmalen äusseren Schicht der etwa bis 700' mächtigen Masse; aber auch, wegen des sehr langsamen Abwärtsrückens, muss die Eismasse, allmählig in die tieferen Linien des Hypsothermen-Systems gelangend, alle Stufen desselben in seinem Innern annehmen und enthalten. Nimmt man an, dass im Durchschnitt jährlich eine neue Schicht Schnee oben hinzukommt von 10' Dicke, und dass diese jährlich 300' vorrückt,

*) Namentlich aber muss der gletscherfreie Boden zwischen 6500' und 8000' Höhe, das ist zwischen den Temperaturlinien von 0° und -2° , welche ja auch die Temperatur des Bodens bezeichnen, entschieden ein etwas kälteres Substrat der Atmosphäre werden als der gleichmässig bei 0° temperirte Gletscher.

so würde sie vielleicht nach 50 Jahren an die Firnlinie und zwar nun als eine der untersten Schichten anlangen, indem sie 500' hohe jüngere Schichten über sich liegen hätte, und zugleich wird diesen die Temperatur von der Oberfläche her in so langer Zeitdauer ohne Zweifel mitgetheilt werden (und von ihnen weiter dem unterliegenden Felsen). Also haben wir uns vorzustellen, dass die Temperatur der Hypsothermlinien der Atmosphäre durchgehend ist von der Oberfläche bis zur Unterfläche des Eislagers, in den regelmässigen Abstufungen von den Gipfeln bis zur Firnlinie, von welcher ab dann aber, in den eigentlichen Gletschern, eine das ganze Innere durchdringende Temperatur gleich bleibend von 0° besteht, bis zu deren Endigung am Gletscherthor. Die Oscillationen der Temperatur, sowohl die jährlichen wie die täglichen, berühren, wie gesagt, das grosse Eislager nur auf der Oberfläche, vielleicht erstere höchstens bis 40' tief, nicht in dessen Innern.

Die Firnlinie, oder der Saum des Schneemantels im Sommer, zwischen 7600' und 8000' hoch, ergiebt sich immer mehr als eine wichtige Scheidelinie von zwei verschiedenen Gebieten des Eislagers. Das obere Gebiet, das Firn-Gebiet, könnte man auch nennen das „Receptions-Gebiet“, es empfängt den Zuwachs in jährlichen Schneeschichten von etwa 10' Höhe, mit säcularer Anhäufung, indem es dabei langsam vorrückt; das untere Gebiet, den Gletscher, könnte man auch nennen das „Remissions-Gebiet“, hier erfolgt die Rückgabe, ebenfalls in jährlichen Raten und mit säcularer Zeitdauer, der jährliche Abtrag ist etwa zu 30' hoch anzunehmen. *) In der Mitte zwischen beiden muss nothwendig eine Linie oder ein Gürtel liegen, wo ein Gleichgewicht Statt findet, eine indifferente fluctuirende Zwischengrenze. Der jährliche Abtrag auf dem Gletscher erfolgt vorzugsweise mittelst Schmelzens (auch durch Verdunsten) auf der Oberfläche im Sommer, in Folge der äusseren Erwärmung, mit Regen verbunden, daher zunehmend in den tieferen Regionen der Berggehänge. Aber auch an der Unterfläche des Gletschers erfolgt ein Abtragen, nicht sowohl in Folge der Bodenwärme wie des von oben her eingedrungenen und die ganze Masse infiltrirenden Wassers; und obgleich im Winter auf der Oberfläche das Abschmelzen aufhört, muss es auch dann an der Unterfläche fort dauern, weil hier die vom eindringenden Wasser

*) Schon Rendu unterschied diese beiden Gebiete als „glacier réservoir“ und „glacier d'écoulement“ (wie Tyndall angiebt).

mitgetheilte Temperatur von nahe 0^0 sich erhalten, auch das Durchsickern des Wassers von oben hier, also der Schmelzprozess sich fortsetzen muss, wie denn auch das Fortbestehen des unteren Gletscherbaches im Winter, obgleich in geminderter Menge, dafür den Beweis giebt und dadurch Erklärung bekommt. Demnach kann man auch sagen, das hohe Eislager ist zu vergleichen mit einem See, der regelmässige Zufluss wird zuvor in einem grossen Becken angesammelt, ehe eben so regelmässig der Abfluss erfolgt; will man die Vergleichung vervollständigen, muss man hinzufügen, dass hier der Abfluss eine Periode der Stockung erfährt, im Winter, zunehmend an Dauer nach den höheren Regionen (und Breiten) hin, und dass auch der Zufluss nur mit Perioden jahreszeitlicher Pause erfolgt, ausser auf einer Regenzone in den mittleren Breiten, wo Niederschläge in allen Jahreszeiten erfolgen, und welcher Zone auch die Alpen angehören. Nicht unpassend erscheint es, das Verhalten der ganzen Gletschermasse selbst zu vergleichen mit einer Wachsmasse, welche langsam vorrückend, oben vermehrt und zusammengepresst wird, und von unten her gelinde Erwärmung und Schmelzung erfährt; oder auch mit einer Glasmasse lässt sie sich vergleichen, deren Splitter ja auch dem Schnee in Farbe gleichen. Der Consistenz-Zustand des Eises ist einigermaßen damit übereinstimmend; man hat diesen „Viscosität“, „Plasticität“, genannt, vielleicht ist er kurz zu bezeichnen als compressibel aber nicht dilatabel; das Eis bricht durch Ausdehnung (vielleicht je eher je kälter es ist), obgleich es sich zusammenpressen lässt. Daher entstehen die Spalten, Brüche und Zerklüftungen bei der Fortbewegung. Die Spalten oder Schründe müssen sehr wahrscheinlich unterschieden werden in „convergirende“ und in „divergirende“, wie schon erwähnt ist, erstere sind die bekanntesten und häufigsten; sie entstehen auf der Oberfläche über Stellen wo der Boden mit vorspringendem Winkel abfällt, und die Neigung grösser wird;*) letztere dagegen an der Unterfläche über einspringenden Winkeln des Gefälls. Letztere sind (auffallender Weise) noch wenig beachtet; reichen sie ganz durch, vom Grunde bis zur Oberfläche so erscheinen sie als Höhlen und wahrscheinlich gehören

*) Uebrigens erfolgt ihre Entstehung langsam, beginnend mit einer feinen Borste und eigenthümlichem Geräusch, daher sie fast nie beobachtet ist; zweimal ist beobachtet, dass eine solche Berstung binnen drei Tagen nicht ganz ein oder einige Zoll sich erweitert hatte.

zu ihnen manche der näher den Gipfeln sich findenden s. g. „Bergschründe“, welche mehrmals wie mächtige Höhlen im blauen Eise beschrieben werden.

Denkt man sich einmal das Eislager auf den Gebirgsfirsten fehlend, und frei davon die Oberfläche des erhobenen Erdbodens in das Luftmeer steigend, dann würde dennoch die mittlere Temperatur auf der Oberfläche des Bodens in gleicher Weise sich vertheilen, die Hypsothermlinien würden von -2° bis -10° R. in denselben Stufen sich folgen, als Temperatur des Bodens, in der terrestrischen oder Insulations-Schicht, wie jetzt auf und im Eislager; nur mit dem Unterschiede, dass das Eislager nun jede Oscillationen der Temperatur im Boden selbst unmöglich macht, welche aber vorgehen würden wenn jenes fehlte. In Folge davon würde die Oberfläche des Bodens die Sommerwärme erfahren, und also auch höher hinauf Quellen (wenigstens im kurzen Sommer, so weit dann Regen fällt, etwa bis 10500' hoch) vorkommen, als nunmehr der Fall ist; aber auch würde diese Oberfläche im Winter bis zu einem tieferen Minimum sich abkühlen, ja in gewisser Tiefe würde eine Schicht ewigen subterranean Bodeneises bestehen, was nunmehr ganz fehlt. Die Quellen, hat man gefunden, werden in zunehmender Höhe seltner und reichen nur bis einige hundert Fuss über die Schneelinie, denn sie hören auf mit dem Vorhandensein von flüssigem meteorischen Wasser, das in den Boden eindringen könnte; damit übereinstimmend findet man in Stollen, welche höher als die Schneegrenze liegen, kein Grubenwasser mehr aus den Wänden sickern. Die Temperatur der Quellen findet sich constant in den höheren Gebirgen um einige Grade wärmer als die der Hypsothermlinien in gleicher Höhe (in grösserem Verhältniss als im Tieflande, wieder eine Aehnlichkeit mit der Polarzone freilich, auf anderen Gründen beruhend); z. B. die höchste Quelle in Kärnthen ist in 8850' Höhe gefunden, wahrscheinlich doch nur im Sommer bestehend, eine andere in Tyrol in 8220' Höhe an der Seite des Gr. Glockner, also nahe der Schneegrenze d. i. der Hypsothermlinie des Jahres von $-2^{\circ}.5$, des Juli von $4^{\circ}.0$ R. Die Temperatur der höchsten Quellen scheint zu sein $0^{\circ}.7$, so zeigte sie sich in der eben genannten; an der Baumgrenze (6000'), etwa bei der Hypsotherme von $1^{\circ}.5$, findet sich überall die Temperatur der Quellen nahebei zu $2^{\circ}.8$,*)

*) G. Bischof fand in der Höhe von 5880', auf der Spital-Matte unfern des Grimsel-Spitals, am 3. September unter 41 Quellen die kälteste zu $2^{\circ}.6$ R.

auch Sonklar fand im Sommer eine Quelle noch in 8400' Höhe mit der Temperatur von $0^{\circ}.8$, und eine andere 7300' Höhe sogar noch von 4° R. Es muss hier erinnert werden, dass wir in der Boden-Temperatur (von welcher übrigens richtiger die Quellen-Temperatur gesondert zu halten ist, etwa mit der Bezeichnung „krenothermische“ Verhältnisse, anstatt der an sie vergebenen Benennung „isogeo-thermische“ Verhältnisse) wohl zu unterscheiden haben: 1. die obere Schicht, die Insolationsschicht, welche ihre Temperatur allein von der Sonne erhält, auch allein Variationen erfährt, und 2. die unter dieser in etwa 70' Tiefe beginnende eigne Temperatur der Erdkugel, ohne Variationen zunehmend nach unten hin, etwa um 1° R. in Stufen von 110' Tiefe; erstere wäre zu nennen die terrestrische Temperatur, letztere aber die tellurische. Die Quellen geben die terrestrische Temperatur an, sofern sie nur innerhalb des Bereichs der Insolationsschicht sich halten; wenn ihr Ursprung aber tiefer reicht, dann bringen sie die grössere Wärme der tellurischen Schichten. Da ferner die tellurische Wärme aufsteigt mit dem Gebirgsboden, die Bathotherm-Linien oder Flächen derselben den Biegungen der Bodenfläche parallel laufen, so ereignet es sich für manchen Ort, der am Gehäng einer Gebirgsmasse liegt, dass noch über ihm im Innern Bodens des eine weit höhere Temperatur sich vorfindet, welche mittelst einer Quelle ihm zugeführt werden kann, dass also warme Quellen („Thermal - Quellen“) noch in bedeutender Höhe vorkommen, ein Beispiel davon ist die Quelle zu Leuk in 4300' Höhe mit 39° R. Temperatur.**)

§. 5.

Die atmosphärischen Temperatur-Verhältnisse der hohen Eisregion, oder der Hoch-Alpen.

Gehen wir nun vom Bodensubstrat zur Atmosphäre über, um die klimatische Temperatur, d. i. die der untersten Luftschicht, hier kennen zu lernen, so haben wir das Recht, wenigstens einen dürftigen Rahmen dafür aufzustellen, der sich ergibt aus den, mit dem allgemeinen geographischen Systeme in Verbindung gebrachten, sehr

*) Wenn man also in Leuk in horizontaler Richtung in die Gebirgsmasse eindringe, müsste man wenigstens auf eine Temperatur von 39° gelangen. Aehnliches gilt, beiläufig gesagt, für die subterranean Arbeiten, die eben jetzt zu Eisenbahnzwecken am Mont Cenis unternommen werden und auch an anderen Pässen beabsichtigt werden.

wenigen und nur im Sommer und ganz zerstreut nach Ort und Zeit, aufgenommenen Thatsachen. — Fürerst mag folgende übersichtliche Zusammenstellung der im Sommer, in zerstreuten Zeiten, auf der Eisregion beobachteten Temperatur gegeben werden.

Tafel I.

Schema über die im Gebiete oberhalb der Firnlinie bei Gipfelfahrten im Sommer, Juli bis September, beobachteten Temperatur-Grade in vertikaler Folge:

Höhe und Ort.	Monat.	Mittägl. Maxim.	Nächtl. Minim.	Amplitude.	Mittlere Temper.	Gewährer.
14780' Montblanc	Aug. 3	—20.3 R. (11 Uhr)				Saussure
— —	Sept.	—5.6				Martins, Bravais
— —	Sept.	—5.3				Tyndall
14200' Monte Rosa	Aug. 1	4.0 (3h)	—70.0 (6h Morg.)	tägl. Undul. 11.0		Zumstein
— —	— 2	—7.0 (11h)				—
— —	— 3	0.0 (Mitt.)				—
— —	— 22	—3.8 (1h)				Schlagintweit
13920' Monte Rosa	Aug. 12	8.5 (1h)				Zumstein
13600' Montblanc	— 18	—2.0 (9h)				Hamel
13200' Monte Rosa	— 1	9.5 (12h)	—100 (8h Ab.)	tägl. Undul. 19	im Eise —100 jähr. (?)	Zumstein
13290' Finsteraarh.	Aug.	—10.0				Hugi
— —	Aug. 9	—2.4				—
— —	— 4	4.0 (11 ¹ / ₂ h)	absol. Minim. im Winter —24° (?)			Tyndall
12700' —	Aug.	—4.0 (12h)				Hugi
12820' Jungfrauh.	Aug.	—2.8 (4h)				Agassiz, Forbes
— —	Sept. 3	6.0 (2h)				R. u. G. Meyer
12500' Schreckh.	Aug. 8	2.5 (3h)				Desor
12150' Gr. Glockn.	Aug.	2.5				Schlagintweit
12070' Gr. Plateau (Montblanc)	Aug. 28. —	—1.2 (1h)	—6.4 (12h Ab.) absol. min. —8.0 —3.0 (4h Morg.)	tägl. Undul. 5.2	tägl. —4.0	Bravais, Martins
— —	Aug. 3					Saussure
12100' Gr. Vened.	Sept. 3	—6.0				Spitaler
— —	— 6	6.0 (im Schnee —1.0)				—
12010' Breithorn	Aug. 13	—0.5 (11h)				Saussure
11870' Monte Viso	Juli 3		—2.0			Tucket
10620' Hochalpen- spitz	Aug. 12	5.0 (2h)				Ruthner
10570' Col du Géant (Montblanc)	Juli 3—19	80.0	—2.2	tägl. Undul. 4.2 monatl. 10.4	mon. 2.0	Saussure
— —	— 23	—1.3 (7 ¹ / ₂ h Mrg.)				Forbes
10400' Finsteraarh.	Juli 28		—11.0 (4h Morg.)			Meyer
— —	Aug.		—8.0			Hugi
10350' Theod. Pass	Aug. 28	2.4 (2h)	—20.8 (6h Morg.)	tägl. Undul. 4.9	1.3	Schlagintweit
10340' Todtenl.	Sept. 1	4.3 (2h)				—
9950' Matterhorn	Aug. 12	6.1	—1.0	tägl. 7.1		Saussure
9650' Buet	Sept. 25	—3.6 (12h)				Deluc
9730' Vincent-H. (Monte Rosa)	Sept. 1—16	mittl. 30.0 (2h) absol. 70.2	mittl. —3.1 absol. —8.1	mittl. tägl. 6.0 monatl. abs. 15.3	mon. 0.23	Schlagintweit
8470' In-den Gad- men (Monte Rosa)	Aug. 22		—3.0			—
7580' Johannis-H. (Gr. Glockner)	Aug. 18—	mittler	mittl.			—
7600' Grindelw.- Gletscher	Sept. 10	8.4	—1.0	monatl. 9.0	mon. 3.2	Hugi
9270' Mer de Glace (Jardin)	Winter	—12.0	—20.0			Tyndall
5910' Montanvert	Dec.		jährl. absol. —17.0 —8.8			—

Man erhält in diesen Zahlen wenigstens Belehrung über die täglichen Undulationen, und es wird bestätigt, was die einzelnen Aussagen der Gipfelfahrer schon vermuthen liessen, eine grosse Amplitude der täglichen Undulationen im Sommer, in der ganzen Höhe oberhalb der Firnlinie (7600' hoch). Bekannt ist die regelmässig gemeldete nächtliche Bildung einer festen Kruste auf der Schneedecke, und deren Erweichung mit steigender Sonne; die wenigen Thermometer-Beobachtungen, welche von der Nacht vorhanden sind, zeigen auch die Temperatur immer, und mehrmals beträchtlich, einige Grade unter den Frierpunkt gesunken; freilich auch nicht selten bei Tage, sogar in der grossen Höhe von 14200' zweimal, über den Frierpunkt gestiegen; so dass man aussprechen kann, die tägliche Undulabilität ist in diesen Höhen, in Folge der localen Contraste in Sonne und Schatten, der intensiveren Insolation, des regeren Luftwechsels, der stärkeren Ausstrahlung und der stärkeren Evaporationskraft in der rarificirten Luft, nicht nur frequenter, sondern auch weit excessiver als im Tieflande, wenigstens im Sommer. Hiermit steht in Zusammenhang die Veränderung, welche die Oberfläche der Schneedecke im Sommer allmählig von der Firnlinie an bis zum Gipfel erfährt; nahe der Firnlinie auf dem „Firngürtel“ wird der ältere Schnee körnig, in Folge von Schmelzen und Frieren, nach dem Gipfel hin wird er zunehmend feiner, weil die Temperatur selten über 0° steigt, das ist der s. g. Hochschnee, der weit trockner und von reinerem Weiss ist. — Dagegen ist kaum zweifelhaft, dass alle übrigen Oscillationen der Temperatur in diesem hohen Gebiete progressiv an Amplitude abnehmend sind, das ist zumal die der jährlichen und auch die der täglichen Fluctuation; nur von letzterer haben wir zwei empirische Belege, in 10500' Höhe, auf dem Col du Géant war sie während 14 Tage, im Juli, im Mittel nur 4°.2, und in 9700' Höhe auf der Vincent-Hütte war sie im September im Mittel 6°.1 (auf dem St. Bernhard, 7500' hoch, ist sie im Juli 4°.6, in Genf, 1250' hoch, aber 7°.4); namentlich gilt dies auch von der absoluten Undulations-Breite des ganzen Jahrs.

Um letztere zu erkennen ist auch die Kenntniss der Winter-Temperatur in diesen Höhen erforderlich, die noch ganz fehlt; wir besitzen darüber keine Beobachtungen, die in grösserer Höhe als 7600' aufgenommen wären. Das einzige Mittel, welches man anwenden kann, ist das Auslegen von Minima-Thermometern. Diese sind auch mehrmals ausgelegt selbst auf den höchsten Gipfeln;

allein sie sind bis jetzt von einem solchen Missgeschick getroffen gewesen, dass wir von keiner zuverlässigen Angabe des absoluten Minimum des Winters Kunde geben können, ausgenommen vielleicht von zweien, auf dem Finsteraarhorn in 13200' Höhe, welche -24° lautet, und auf dem „Jardin“ im Mer de Glace 9270' hoch am Montblanc, welche -17° R. lautet (für beide ist Tyndall der Gewährer, indessen ist wohl zu beachten, dass beide nahe am Boden aufgenommen sind). Dies sind Kältegrade, welche die auch im Tieflande möglichen wenigstens nicht weit übertreffen, können aber noch nicht für gültig angesehen werden, noch weniger für entscheidend. Indessen wir sind schon berechtigt, die Vermuthung auszusprechen, dass niemals, selbst nicht auf dem höchsten Gipfel der Alpen (14760' hoch), so tiefe Kältegrade vorkommen, wie sie auf dem Continental-Gebiete der Nordpolar-Zone, auf den den Hypsothermen entsprechenden Isothermen (-10°), alljährlich zu erwarten sind, in Folge der Ausstrahlung während des langen Mangels an Sonnenhöhe. Mit der grössten Wahrscheinlichkeit ist zu vermuthen, dass niemals, auch auf dem erhabensten Gipfel der Alpen ein Gefrieren des Quecksilbers vorkommt, bei -32° R., während doch in der Nähe der beiden Kälte-Pole dies in jedem Winter unfehlbar eintritt und als absolutes Minimum -40° und -44° nachgewiesen sind. Zwar wird die Temperatur, welche auf der hohen Region schon im Sommer so geringen mittleren Werth hat, wie auch nur ein geringes absolutes Maximum erreicht (in 7500' Höhe war ersterer $-1^{\circ}.5$, letzteres etwa 12°), im Winter noch bedeutend und anhaltend kälter werden, aber da die jährliche Fluctuations-Amplitude nach oben hin abnimmt, so dass man diese in 12000' Höhe etwa zu 10° ansetzen kann, würde hier, die mittlere Temperatur des Juli zu -2° angenommen, die mittlere Temperatur des kältesten Monats, Januar doch nur zu -12° sich berechnen. Man darf weiter argumentiren und fragen, woher sollten excessive Kältegrade hier entstehen? Durch Ausstrahlung und Verdunstung freilich, aber diese können nur locale Wirkung haben, inmitten des allgemeinen grossen Luftmeers. Ausserdem ist die Ursache entstehender Kälte in der allgemeinen Ventilation zu finden, im Tieflande kommen die im Winter zu Zeiten sich einstellende Perioden strengster Kälte nur mit einem auffallenden Polarstrom aus ONO, der direkt vom asiatischen Winterkälte-Pole herdringt und bis -21° R. Kälte bringen kann; allein es ist erwiesen, dass dieser Strom eben dann nur eine geringe senkrechte Höhe besitzt, sehr oft ist bezeugt worden, dass er Orte, welche

nur 3500' hoch liegen, nicht nur in der Schweiz, Tyrol u. s. w., sondern auch z. B. im niedrigen Harz-Gebirge auf dem Brocken (s. Anhang), nicht oder wenig oder erst später erreichte. Ferner ist auf der andern Seite in Rechnung zu bringen, dass der hohe Aequatorial-Strom aus SW nicht selten früher und allein in der Höhe weht, der Föhn.

Es bleibt übrig, nun auch die mittlere Temperatur des Jahres in ihrer Abnahme in senkrechter Richtung, also das System der Hypsothermlinien auf den Hoch-Alpen zu construiren. Mit Benutzung der zwei oder drei empirisch gewonnenen Anhaltspunkte ist dies versucht, und in so weit es möglich war das folgende sehr dürftige Schema angelegt worden.

(Die empirisch gefundenen Werthe sind ohne Klammern, die abgeleiteten sind durch () runde Klammern bezeichnet. S. Tafel II. auf S. 190).

§ 6.

II. Das Verhalten der übrigen Meteore.

3. Die Wind-Verhältnisse.

Ueber die Winde finden sich erklärlicher Weise sehr wenige genügende Bestimmungen auf den Gipfelfahrten angegeben, und noch steht auf keinem Gipfel eine Windfahne aufgepflanzt. *) Auf den hohen Gebirgsregionen sind im Allgemeinen die Wind-Verhältnisse in dreifacher Hinsicht zu unterscheiden: 1. die hier so mannigfachen localen Luftzüge, 2. die tägliche, von unten kommende Ascensions-Strömung, 3. die allgemeine Luftströmung und der Wechsel der sie bildenden beiden Passate.

Die tägliche, im Sommer weit stärker werdende, Ascensions-Strömung ist gewiss zu dieser Jahreszeit das wichtigste und eigenenthümlichste Moment der Gebirgs-Meteoration zu nennen; sie erhebt in der That dann alle Meteore mit sich, Wärme, Luftdruck, Wasserdampf und Elektricität. Sichtbar ist sie fast täglich am Wolkengürtel, auch ist ihre Höhe einigermaßen danach zu ermessen; unstreitig erreicht sie wenigstens in heissen Sommertagen auch die höchsten

*) Vielleicht wäre doch möglich, eine sehr hoch gestellte Windfahne von einem Orte im Thale aus zu beobachten, teleskopisch, wenn auch nur zur Bestimmung der in gewissen wichtigen meteorologischen Zeiten bestehenden südlichen oder aber nördlichen Ventilation.

Gipfel; dies wird namentlich auch bezeugt durch die hier so zahlreich zerstreut auf der Oberfläche der Schneedecke liegenden Leichen geflügelter Insekten (die hier mumificiren, denn Fäulniss giebt es hier nicht, aber wahrscheinlich später doch anderen Thieren zur Nahrung dienen). — Die vielen localen Winde erschweren die Meteorologie der hohen Räume, wo wir uns zur Zeit in Gedanken befinden. Mehrmals werden heftige Stürme, meist Gewitter, erwähnt, und zwar aus südlicher Richtung (Aequatorial-Strom), die Schnelligkeit der Winde, also deren Intensität, ist anerkannt grösser auf den Gebirgshöhen, freilich zum Theil aus localen Gründen, an sich verengernden Stellen; auch hier wird, wie im Tieflande, die Luft reger, windiger, um Mittag; im Ganzen sind dennoch die Calmen häufiger als unten gefunden, wenigstens in 7500' Höhe und vielleicht nur im Winter. Der Föhnwind ist bekannt als endemisches Phänomen und hat besondere Bedeutung; er ist wahrscheinlich nichts anderes als der Antipolar-Strom, aus SW kommend, der Sirocco muss hier bezweifelt werden; er erscheint vorzugsweise gegen Ende des Herbst und zu Anfang des Frühling, das ist schon etwas subtropisch. Sicherlich ist von grossem Werth, das Verhalten und den Vorgang des Wechsels der beiden Passate eben hier zu beachten, dazu würde das Aufstellen der meteorischen Windrose, zunächst wenigstens der thermischen und der barischen, von grossem Erfolge sein, wie überall auf dem ektropischen Gebiete mehr und mehr als die grosse Bedingung einer nicht nur localen sondern geographischen Auffassung jeder Meteoration anerkannt wird, deren Werth des Preisens wohl nicht weiter bedarf.

4. Die Hygrometeoration.

Als bekannt ist vorauszusetzen, dass die Dampfmenge nach oben hin abnehmend ist. Es ist aber ein anderes charakteristisches Phänomen in der orographischen Meteoration, dass hier, und dies gilt eher mehr als weniger auch für die eisigen Höhen, in der Mitte des Tages, wenigstens im Sommer, eine Zunahme des Dampfgehalts erfolgt, wie es sonst nur auf Inseln mitten im Ocean vorkommt, und zwar in solcher Menge, dass im Durchschnitt die Saturation um Mittag nicht sinkt, wie im continentalen Tieflande Regel ist, sondern gerade dann steigt. Die Ursache hiervon ist zweifach; nicht allein die Ascensions-Strömung bringt von unten Wasserdampf mit, dessen Verlust unten nachweisbar ist, sondern auch es kommt hier noch hinzu die permanente Anwesenheit von

Schnee und Eis und deren Abdunstung; diese beiden Quellen bewirken eine Vermehrung von Wasserdampf, zumal dicht über dieser mit Eis bedeckten Bodenoberfläche, welche, trotz der gleichfalls erhöhten Temperatur, der Luft um Mittag sogar einen höheren Sättigungsgrad ertheilt als er des Nachts besteht. Was auf dem St. Bernhard in dieser Hinsicht sich ergeben hat, zeigt sich fortgesetzt auch in grösseren Höhen; Saussure brachte als Ergebniss seines 14tägigen Aufenthalts auf dem Col du Géant, 10570' hoch, im Juli, die Thatsache mit, dass zwar, bei völlig klarem Wetter, hier oben, wie unten, eine grössere „Trockenheit“ des Mittags eintrat, eine grössere „Feuchtigkeit“ des Abends und Morgens, aber eigenthümlich verhielten sich die Nächte, dann herrschte die grösste Trockenheit weil die Nebel sichtbar hinuntergesunken waren, d. h. die Dampfmenge stieg bei Tage aufwärts und sank wieder am Abend abwärts. Auch auf dem Grand Plateau des Montblanc, 12100' hoch, fanden Bravais und Martins am Ende Augusts, während 4 Tage, psychrometrisch nachgewiesen, die Dampftension um Mittag bedeutend vermehrt und zwar in Verhältniss weit beträchtlicher als unten, in Genf. Selbst auf der Spitze des Monte Rosa, 14280' hoch, ist, wenigstens für einen Tag, 22. August, für die zwei Mittagsstunden 12 und 1 Uhr, psychrometrisch*) beobachtet von Schlagintweit, dass hier der Saturationsstand weit höher geworden war als gleichzeitig in Mailand, wie 90 zu 61 proc. Bekanntlich hat auch auf dem Faulhorn, 8200' hoch, Kämtz mehrere Wochen hindurch, im September und October, die Dampfmenge und die Saturation am Nachmittage am höchsten gefunden, am niedrigsten des Morgens, letztere wie 80.8 zu 69.7 proc. (dagegen war umgekehrt gleichzeitig in Zürich die Saturation am Nachmittage am niedrigsten, am Morgen am höchsten, wie 57.0 zu 86.8 proc.). Dass aber dicht über dem Schnee- und Eislager der Saturationsstand besonders höher ist als in einiger Entfernung darüber oder auf eisfreiem Boden, das ist vorauszusetzen und auch einmal erwiesen (auf der Johannis-Hütte am Pasterzen-Gletscher in 7580' Höhe, von Schlagintweit, und verhielt sich im August und September wie 81 zu 68 proc.). Uebrigens ersieht sich die Zunahme des Saturationsstandes auf der Eisregion eben um die Mitte des Tages oder Nachmittags schon aus sehr bekannten Thatsachen, indem meistens um diese Zeit die Gipfel sich in Nebel hüllen, oder auch die ganze

*) Die Psychrometer-Differenz war nur 0⁰.3 R. (—3⁰.8 und 4⁰.1).

Wolkenschicht des Morgens, als cumuli, aufwärts sich bewegend und Abends wieder sich senkend, als strati, zu sehen ist; es kam uns aber darauf an, genaue Beobachtungen aus der Eisregion anzuführen. Von der Abnahme der Dampfmenge nach oben hin kann auch vom Gebiete oberhalb 8200' folgende kleine Sammlung von, nach Psychrometer-Befunden erhaltenen, Dampfdrucks-Werthen, um die Mittagszeit im Sommer, gegeben werden.

Höhe	12150'	12100'	11130'	10430'	10360'	8900'
Dampfdruck	2mm.7	2.8	4.0	5.6	4.6	4mm.8

Es versteht sich von selbst, dass hierin grosse Unterschiede eintreten müssen mit dem Wechsel der beiden atmosphärischen Circulations-Ströme, von denen immer einer zur Zeit herrschend sein muss, entweder der polarische continentale und dampfarme, oder aber der antipolarische oceanische und dampfreiche. Es braucht wohl kaum wieder erinnert zu werden, dass wir nur vom Sommer gesprochen haben. Vom Winter kann Niemand aus eigener Erfahrung hierüber aussagen. Sicher aber darf man das Verhalten auf dem St. Bernhard auch für diese Jahreszeit im Allgemeinen fortgesetzt sich denken. Unzweifelhaft wird der aufsteigende Luftstrom im Winter weit schwächer und reicht weniger hoch, wahrscheinlich liegen dann die höheren Regionen beständig im obersten hygrometeorischen Gürtel, das ist im „dampf- und regenarmen“, so dass nur während der wenigen Sommer-Monate der hochsaturirte oder regenreiche Wolken-Gürtel so hoch fluctuirt. Im Winter muss über der Eisregion ein wirklich trocknes Klima bestehen, wahrscheinlich werden dann häufig die frischen Schneefelder der ganzen Hochalpen in heiterem Sonnenscheine schimmern, während unten eine dichte Nebelschicht, strati, lagert, die auch um Mittag kaum aufwaltet und zu cumuli sich erhebt, während vielleicht in grosser Höhe am freien Himmel weisse cirri aus Südwest langsam ziehen. Die Menge des Schneefalls ist am grössten in einer gewissen mittleren Höhe, die noch nicht bestimmt sich angeben lässt, vielleicht in 9000' Höhe; hier sollen jährlich 50' mächtig Schnee fallen (nach Dollfus), welcher durch Druck und Verdunstung sich senkt zu 15' Mächtigkeit; die Menge nimmt dann ab, nach oben wie nach unten hin. Dass der Schneefall so beträchtlich sein kann bei geminderter absoluter Dampfmenge, wird weniger auffällig wenn man an die Polarzone denkt, wo selbst bei -18° R. Temperatur Schnee noch reichlich fallen kann, obgleich es hier im Winter niemals gelang am Daniellschen Hygrometer der Thaupunkt darzustellen. Die

untere Grenze des Schneefalls, im Sommer nach oben sich zurückziehend, hält sich etwa in 5000' Höhe, während gleichzeitig die obere Grenze des Regens etwa bis 10500' hoch gestiegen ist; im Winter dagegen sinkt letztere abwärts bis etwa 5000' hoch, also gerade da wo die Schneefalls-Grenze des Sommers sich befindet.

5. Die Luftdrucks-Verhältnisse.

Das Gesetz der Abnahme des mittleren atmosphärischen Drucks mit Zunahme der Höhe hat bekanntlich ubiquitäre Gültigkeit auf der Erdoberfläche; das Barometer wird von den Gipfelfahrern nur zu dem Zwecke der Höhen-Bestimmung mitgenommen, nicht etwa um in gewisser Höhe geographische Aenderungen jenes Gesetzes in Erfahrung zu bringen, wie bei der Temperatur u. s. w. Anders verhält es sich mit den Bewegungen im Druck der Atmosphäre; wie diese in horizontaler Richtung nach den höheren Breiten und nach dem Innern der Continente hin sich verändern, so auch in vertikaler Richtung, aber auf eigenthümliche, verschiedene Weise. Das Moment, was zunächst als Ursache dabei wirkt, ist wieder die im Sommer so mächtige tägliche Ascensions-Strömung, und zwar indem diese theils mehr Luft theils mehr Dampfmenge nach oben führt. Auf dem St. Bernhard, 7500' hoch, sind die charakteristischen Folgen hiervon festgestellt, im Gegensatz zum Verhalten im Tieflande, nämlich eine Erhebung der jährlichen Barometer-Curve im Sommer, anstatt im Winter, und eine Erhebung der täglichen Barometer-Curve um die Mittagszeit, anstatt der Depression, jedoch nur im Sommer, und zwar bleiben beide Erhebungen selbst nach Abzug des Dampfdrucks. Es fragte sich, ob auch dies charakteristische Verhalten der orographischen Meteorologie in noch grösserer Höhe sich fortsetze. Da auch andere Zeichen des aufsteigenden Luftstroms dort nicht fehlen, war dies im Voraus zu erwarten; und die Beobachtungen, welche wenigstens von einer kurzen Reihe Tage in 8200', 9700' und 12100' Höhe gewonnen und verhanden sind, bestätigen dies. In Bezug auf das nähere Verhalten der Barometer-Oscillationen kann man dennoch nicht viel mehr geben als nur auf die Befunde auf dem St. Bernhard verweisen; nur jene erwähnten spärlichen Daten aus dem höheren Gebiete kann man hinzufügen, und am geeignetsten werden die gefundenen Thatsachen wieder in einer tabellarischen Uebersicht sich vereinigen lassen, in folgender Weise:

6. Die Evaporationskraft.

Dieser wichtige klimatologische Factor hat seit Saussure kaum genaue Beachtung weiter erfahren (obgleich das Psychrometer eigentlich darauf beruht). Saussure hatte mittest Wägen den verdunsteten Wasserverlust gemessen und gefunden, dass im Juli in der Höhe von 10500', d. i. bei Minderung der Luftschwere um $\frac{1}{3}$, die Evaporationskraft gesteigert war um das Doppelte; zu den übrigen Beweisen hierfür gehört seine Bemerkung, dass die Schneedecke des Nachts bis zum Frierpunkte abkältete, selbst wenn die äussere Luft noch 2° bis 3° Wärme besass. Fernere Belege für die mit dem rarificirten Zustande der Atmosphäre zunehmende Evaporationskraft sind mehre andere Thatsachen, wie das Austrocknen des Holzes an Instrumenten bis zum Zerschellen derselben, Eisen mehre Jahre auf den höchsten Spitzen der freien Luft ausgesetzt zeigte keinen Rost, ein von schmelzendem Schnee das Felsgehäng der Gipfel herabfliessendes Rinnsal endigt bald durch Verdunstung, auch bei starker Erhitzung des Körpers mit Transpiriren werden doch keine Schweisstropfen bemerkt u. s. w. Es scheint wohl werth, über die Evaporationskraft fernere vergleichende Untersuchungen in den verschiedenen Höhen anzustellen, wozu feinere und rasch messende, transportable Atmometer die Mittel gewähren (Mikro-Atmometer, deren Princip auf Reduction der Fläche beruht zum Abmessen, wie beim Regenmesser)*). Namentlich besteht noch die Frage, ob auch im Nebel die Evaporationskraft fort dauert was in der rarificirten Luft wahrscheinlich ist, aber nicht im Tieflande geschieht.

7. Elektrizität.

Diese findet sich unstreitig auf den Spitzen der Gebirge, als den höchsten Erhebungen der Erdoberfläche, angesammelt, und sie bleibt und äussert sich hier stärker als im Tieflande, wenn nicht Dampfmenge und Nebel deren Isolirung hindern und sie längs ihrer Oberfläche leiten, vertheilen und auf den Wolkengipfeln auch differenziren. Nicht selten werden bei trockenem Wetter die Erscheinungen intensiv elektrischer Zustände erwähnt, sich äussernd sogar in den Fingerspitzen der aufgehobenen Hände, oder bei Reiben von wollenen Decken u. s. w. Auch über diese statischen Elektricitäts-Erscheinungen in den Hoch-Alpen sind seit Saussure kaum andere Untersuchungen angestellt. Deshalb bleibt noch eine auffallende Angabe dieses Beobachters ersten Ranges unbestätigt und

*) Die nähere Angabe eines solchen findet sich in der „Klimatograph. Uebers. d. Erde“ Append. (S. 701), 1862. Auch ist zu empfehlen Viverot's „Verdunstungsmesser“, Wien 1863

unentschieden, nämlich dass oben, in 10500' Höhe, im Sommer, nicht wie im Tieflande, um Mittag ein Minimum einträte, sondern im Gegentheil dann ein Maximum. Es ist aber sehr wahrscheinlich, dass unten, im Tieflande, nur deshalb das elektrische Fluidum (um noch diesen alten Ausdruck zu gebrauchen) um Mittag und im Sommer sich mindert, weil es wie die Dampfmenge, ja eben mit dieser, in Folge der Ascensions-Strömung aufwärts geführt wird. Hierauf muss man ferner die Vermuthung gründen, dass oben im Sommer und um Mittag deshalb die Elektrizität zunimmt, weil sie anerkannt dann unten geringer wird, sie ist mit hinauf genommen auf der Oberfläche der Dampf-Atmosphäre. Hiermit stimmt sehr wohl zusammen die andere Thatsache, dass an heiteren Tagen die Elektrizität oben weniger intensiv war als unten. Aber oben war sie wie unten bei heiterem Himmel beständig positiv, und wurde sie bei Gewitter und bei beginnendem Nebel oft negativ. Vielleicht bestätigt dies die neuere Vermuthung, dass der polarische Luftstrom ursprünglich positive Elektrizität mitbringt, der antipolarische dagegen negative, welcher letztere meistens in der Höhe erscheint und den Wasserdampf für die Niederschläge liefert *).

§ 7. Das organische Leben.

Da es auch oberhalb der Firnlinie, inmitten des ewigen Schneefeldes zerstreut, gleichsam Oasen giebt, wo der Boden auf abschüssigen Spitzen und Graten wenn auch nur für einige Wochen im Sommer, schneefrei wird, so ist damit die Möglichkeit gegeben, dass hier noch organisches Leben bis an die äussersten von der Temperatur der Luft ihm gesetzten Grenzen vordringe. Wenn man die Flechten ausnimmt, die freilich noch auf den höchsten Gipfeln, auf unter Sonnenstrahlen erhitzten und bald nachher wieder weit unter Frostkälte erkalteten Felsen sich finden, so ist die oberste Grenze der Pflanzenwelt anzunehmen in 11000' Höhe; hier erscheint im vertikalen Systeme der Temperatur-Vertheilung im Juli die Hypsothermlinie von 0°, wenn auch momentan um Mittag ab und an noch eine wärmere Luft hinauf gelangt. Die letzten Blütenpflanzen sind moosartig (der „rothe Schnee“, *Protococcus nivalis*, reicht nicht weit über die Schneelinie); *Androsace pennina* ist auf den äussersten Posten gestellt, z. B. auf dem Piz Linard in 10700' Höhe (nach Heer). Die letzten Thiere reichen

*) Es giebt seltene Beispiele, dass im Tieflande auch bei heiterem Himmel, richtiger bei herrschendem Polarstrome, dennoch das Elektrometer negativ zeigte, aber weil schon nahe, von der Seite her der Aequatorial-Strom angelangt war (Dellmann).

nicht ganz so hoch wie die Pflanzen, wenn man nur die wirklich hier sich nährenden dazu rechnet; es sind Spinnen, die bis 10000' hoch sich erhalten. Aus diesen Gründen wäre nicht unrichtig, den höchsten Theil der Alpen zu nennen „die athermische und azoische Region“, von 11000' oder 12000' bis 14700' Höhe. Dies ist wieder eine Analogie mit der antarktischen Zone; denn auch auf dieser findet sich, selbst auf dem niedrigsten Felsboden der Küste, keine Spur von Vegetation, ausser Flechten, und in keinem Monate steigt die mittlere Temperatur der Luft über den Frierpunkt (freilich leben hier im Meere, das in seiner Tiefe die Wärme hegt, zunehmend nach der Tiefe bis zu 3⁰.3 R., Pflanzen und davon sich nährenden Thiere zahlreich). — Von einer Einwirkung dieses eisigen hoch erhobenen, völlig unwirthlichen Klimas auf den Menschen kann nicht die Rede sein, aber erinnert mag werden an die erst in neuster Zeit gewonnene und mehr und mehr steigende Erkenntniss von der dem Menschenleben so über Erwarten günstigen klimatischen Einwirkung der mittleren Gebirgshöhen. Man kann diese Wahrheit wohl in dem Paradoxon kurz aussprechen: „beinahe scheint es, als sei der atmosphärische Druck zu stark für das Wohl des Menschengeschlechts, und dies befinde sich besser da, wo der Luftdruck um 30 bis 100 Linien schwächer ist als an der Meeresküste.“

§. 8.

Es bleibt noch übrig, die dargelegten Erscheinungen mit einem Ueberblick der Oberfläche der Eisregion der Alpen zu beschliessen. Dann erscheint als erforderlich, dies umfangreiche Gebiet, das Firnmeer oder das Schneefeld, was zwischen 7600' und 14700' Höhe in schräger Richtung aufwärts sich erstreckt, noch weiter zu unterscheiden und einzutheilen in zwei oder drei sich folgende Stufen oder Gürtel, von mehrfach verschiedener Beschaffenheit. *) Der untere Schneegürtel reicht von 7600' bis 10000' oder 11000' Höhe, und etwa nach einer Zwischenzone folgt auf ihn der höchste Schneegürtel von 11000' oder 12000' bis 14700' Höhe.

Der erstere oder untere Schneegürtel wird auch von den Bergsteigern der „Firngürtel“ im engeren Sinne genannt; hier befindet sich der Schnee, der längere Zeit gelegen hat, in körniger Gestalt, von matterem Weiss, d. i. „Firnschnee“; hier betritt man das Schneefeld, aber noch nicht das blendende Weiss des Hochschnees; hier fällt im Sommer mit dem Schnee abwechselnd noch Regen;

*) Hier ist immer, wie früher, vorzugsweise von der Sommerzeit die Rede.

hier steht dann der hochsaturirte oder Wolken-Gürtel, der im Winter weit tiefer sinkt; hier sind die Niederschläge am reichlichsten, indem sie abnehmen weiter nach oben wie nach unten hin; hier thaut es bei Tage, friert es bei Nacht; hier finden sich noch an zerstreuten Stellen die letzten Organismen, die an der oberen Grenze erlöschen; die Temperatur vertheilt sich im Juli etwa mit den Hypsothermlinien von 4° bis 0° ; des Nachts erkaltet die Oberfläche des Schneelagers in Folge der Ausstrahlung und starken Verdunstung mehre Grad unter 0° , nachdem bei Tage Luft, Sonne und Regen Schmelzen bewirkt hatten; daraus geht eben der eigenthümliche körnige Zustand des Firnschnees hervor, zumal am Ende des Sommers; der Firn ist also der mehr als einjährige Schnee; diese Körner werden sogar durch Frost zu einer harten Masse vereinigt, die bei Tage wieder sich auflockert und wie grober Sand auseinander fällt, wobei die Körner selbst nicht zergehen, sie haben nahe der Firnlinie etwa die Grösse von Hanfsamen. Allmählig ändert sich der Firn in weiterer Höhe, er wird von feinerem Korn und von reinerer Weisse, zugleich werden zunächst in Folge der allgemeinen Gebirgsbildung meistens die Schneefelder flacher, die Spalten seltner; aber mit der abnehmenden Temperatur geht der Regenfall mehr und mehr über in Schneefall. Daher kann man gewiss mit der oberen Grenze dieses ersten oder Firngürtels einen Abschnitt machen im hohen Eis-Gebiete, bei 10000' oder 11000' Höhe; denn hier endigt die im wärmsten Monate und an den wärmsten Tagen noch den Frierpunkt im Mittel übersteigende Temperatur, es endigt der tropfbar flüssige Niederschlag, es endigt die Thier- und bald auch die Pflanzenwelt. — Der weiter vordringende Gipfelsteiger betritt eine Welt, die gar nicht mehr für das Menschengeschlecht bestimmt ist, ja die nur für wenige Stunden Aufenthalts noch Lebensbedingungen enthält. Oberhalb dieser Zwischengrenze, in 10000' bis 11000' Höhe, also auf dem höchsten Firngürtel, beginnt das scharfe, den Augen so empfindliche Blenden der lichtereren weissen Schneedecke, abstechend vom Schwarzblau des Himmels über dem Scheitel, auch das Berg-Asthma mit den anderen physiologischen Aenderungen tritt nun erst ein. Der Schnee fällt nicht mehr in Flocken, sondern rieselnd, er ist trocken, pulverig, lässt sich nicht ballen, wird wie stäubend verweht, kann auch keine rollenden Lawinen bilden (aber wohl flache Rutschlawinen); doch erhärtet er noch auf der Oberfläche bei Nacht zu einer festen Kruste und kann auch nahe dem nackten Felsboden unter der in-

tensiveren Sonnenstrahlung schmelzen und diesen mit Eis überziehen, aber auch wirkt die intensivere Verdunstung verflüchtigend, sowohl für das geringe Wassergerinnsel wie auch für den Schnee unmittelbar. Bergschründe sind häufiger in der Nähe der Gipfel, weil das unter dem Schnee liegende mächtige Eislager von den an der Sonnenseite öfters momentan erhitzten Fels-Wänden sich fern hält. Den Charakter dieser äussersten Region, welcher sicherlich in 12000' Höhe als bereits völlig ausgesprochen anzunehmen ist, kann man wohl bezeichnen durch den Namen der „athermischen“ Region, auch der „azoischen“. — Man kann dann ferner meinen, hier die Gebirgserhebungen noch zu steigern, würde in der Schöpfung wenigstens überflüssig gewesen sein. Anders auf der heissen Zone aber auch im Innern des grossen Continents von Asien, auf dem Himalaya, Kuenluen und Thianschan, 35° bis 45° N, wo die Schneelinie, mit welcher alle anderen Meteore räumlich höher steigen, im Sommer bekanntlich bis 14000' und bis 17000' hoch sich zurückzieht, und das Gebiet der Eisregion damit also dennoch nur etwa 6000' bis 10000' Höhe umfasst. Falls es darauf ankam, zum Zwecke der permanenten Speisung von Quellen und Flüssen, oder zu irgend anderen Zwecken, auch hier grosse Vorrathslager zu halten, müssten hier die Berge höher erhoben werden, waren aber niedrige hinreichend auf den mittleren und weniger continentalen Breiten, noch mehr aber auf der Polarzone; und so verhält es sich wirklich in der geographischen Vertheilung der Gebirge, wie wenn sie „ein Werk der Vernunft“ wäre und auch hierin „die Natur geschickt wäre, Proportion und Ordnung zu halten“ (wie J. Kepler sich ausdrückte). — Im Winter bildet sich in diesem höchsten Schneegürtel der Alpen vielleicht selten eine Wolke, die man cumulus nennen könnte, und vielleicht würde in noch grösserer Höhe sogar auch eine obere Schneegrenze sich einstellen, obgleich die Cirri-Wolken sicher über 30000' hoch ziehen. Jedoch excessiv tiefe Kältegrade sind hier auch im Winter nicht zu denken; die Temperatur des Welt-raums (-48° R.) tritt auch auf den höchsten Gipfeln der Alpen noch nicht so nahe oder an die Stelle der irdischen Temperatur der Atmosphäre; sehr wahrscheinlich, wie schon erwähnt, erreicht selbst auf den höchsten Spitzen der Alpen das absolute Minimum niemals den Quecksilber-Gefrierpunkt (-32° R.), bis jetzt wenigstens hat man hier keinen tieferen Temperaturgrad als -24° R. in Erfahrung gebracht (einige Befunde der Luftfahrer aber von extremen Kältegraden sind vielleicht erst in doppelter Höhe des Montblanc erhalten).

Anhang.

Ueber die meteorischen Verhältnisse auf dem
Brocken - Gipfel, im Harz - Gebirge.

Anhang.

Ueber die meteorischen Verhältnisse mit dem
Brocken-Gipfel, im Harz-Gebirge.

Ueber die meteorischen Verhältnisse auf dem Brocken - Gipfel, im Harzgebirge.

In Anschluss an die Meteorologie des Alpengebirges, und zur Vergleichung damit, ist es wohl geeignet, auch einen Blick auf ein nördlicheres, weit niedrigeres und isolirteres Gebirge zu werfen, auf den ausserhalb der Alpen höchsten Gipfel in Deutschland, im alten Sachsenlande, von welchem bis zu gewissem genügenden Grade regelmässige Beobachtungen vorhanden sind, in 3508' Erhebung, auf $51^{\circ} 48'$ N., $10^{\circ} 37'$ O. Wir benutzen dabei folgende 4 Schriften und theilen sie mit in Auszügen, indem, früherer Methode gemäss, stellenweise unsere Anmerkungen eingewebt werden: — J. Mädler, Ueber das Klima des Brockens (Schumacher's astronomisches Jahrbuch 1839), — H. Dove, Bericht über die in den Jahren 1848 und 1849 auf den Stationen des meteorologischen Instituts im Preussischen Staate angestellten Beobachtungen, 1851. Im ersten Aufsatz finden sich nach Beobachtungen von 16 Monaten, von September 1837 bis December 1838, dreimal täglich aufgenommen, einige Ergebnisse und Vergleichen, betreffend Temperatur und Hygrometeore; — im zweiten sind Angaben enthalten über Temperatur und Luftdruck von einer längeren Reihe. Ausserdem Nachträge, nach Mahlmann, und schliesslich neuere Befunde von 11 Jahren.

1. Nach den erstgenannten Angaben war die mittlere Temperatur des Jahrs $0^{\circ}.8$ R., des Januar -10° , des Juli $8^{\circ}.1$, Differenz 12° [der Januar jenes Jahrs, 1838, ist aber in weitem Umkreise anomal zu niedrig gewesen, z. B. in Berlin $-8^{\circ}.2$, anstatt $-1^{\circ}.9$, gewiss ist -10° für den Januar auf dem Brocken zu niedrig, obgleich es so auch in den Temperatur-Tafeln Dove's aufgenommen ist (wir können dreist als wahrscheinlich -4° ansetzen*), denn auf dem St. Gotthard, 6650' hoch, hat er nur $-6^{\circ}.2$, auf dem St. Bernhard, 7670' hoch, nur $-8^{\circ}.2$ (das Jahr $-1^{\circ}.3$); freilich erreicht auch der Juli hier nur bez. $6^{\circ}.0$ und

*) Als die mittlere Temperatur des Jahrs auf dem Brocken ist aus einer längeren Beobachtungsreihe angegeben $0^{\circ}.7$ (als Amplitude der täglichen Fluctuation im Mittel des Jahrs $2^{\circ}.6$ R.) s. W. Mahlmann, Monatsbericht der Gesellsch. f. Erdk. 1847, wir werden am Schlusse finden, dass sie ist $1^{\circ}.8$ R., des Jan. $-3^{\circ}.9$, des Juli $8^{\circ}.2$.

4^{0.8}]. Wenn man das Klima dieses Berggipfels vergleicht mit der entsprechenden Temperaturlinie im Norden [also die hiesige Hypsothermlinie mit der gleichen Isothermlinie], d. i. in der Polarzone bei Archangel (64° N.) oder im östlichen Binnenlande bei Slatust (55° N.), so erweist sich das Klima der Brockenhöhe als weit limitirter, nicht nur in der jährlichen Schwankung, sondern auch in der täglichen; aber auch das Tiefland in unmittelbarer Nähe zeigt grössere Excessivität des Klima's als die Höhe. Die Amplitude der täglichen Undulationen betrug in jenem Jahre auf dem Brocken im Januar nur 2^{0.3}, im Juli nur 3^{0.8}. Nicht selten sind sie Wochen lang fast ruhend, so im November von 6 bis 2 Uhr betrug ihr Umfang nur 0.⁰⁷. Das absolute Maximum erreichte im Januar —0^{0.3}, im Juli 19^{0.8}; im Januar also stieg die Temperatur niemals über den Frierpunkt und im Juli fiel sie niemals darunter. [Später werden wir sehen, dass das winterliche absolute Minimum des Tieflandes manchmal oben nicht erscheint, wie wenn ein einfallender streng kalter Polarstrom nicht so hoch reichte mit seiner oberen Fläche; dasselbe ist öfters zu bemerken auch in den mittleren Höhen der Alpen.] — Der Barometerstand ist nur acht Monate beobachtet (s. später); eine Vergleichung der Curve von Mai bis December zeigte einen deutlichen Parallelismus mit dem Luftdruck in Berlin, jedoch erschien in Berlin das absolute Maximum am 21. December, auf dem Brocken am 8. Mai [auch auf dem St. Bernhard 7500' hoch kommt es im Sommer], das absolute Minimum erschien dort am 2. November, hier gleichfalls am 29. November. — Ueber die Hygrometeore ist Näheres angemerkt; eine meteorologische Jahrestafel vom Brocken ergiebt Folgendes, 3508' hoch:

	Mittl. Temper.	Mittl. Baromet.	Nebel- Tage.	Nebelfreie heit. Tage.	Regen- Tage.	Schnee- Tage.	Gewitter- Tage.	Besonderes.
December 1837	—2 ^{0.6}		9	15	3	8	—	Gespenst.
Januar 1838	—10 ^{0.2}		8	12	—	6	—	Gespenst. Nordlicht.
Februar	—6.3		5	13	—	6	—	—
März	—2.2		9	8	3	14	—	—
April	—1.5		6	6	1	14	2	Gespenst.
Mai	4.1	295 ^{'''} .0	7	13	3	2	4	—
Juni	6.8	294.2	6	12	5	2	3	Starkes Gewitter.
Juli	8.1	294.6	4	11	14	2	2	Gespenst.
August	5.8	293.8	6	2	26	—	—	Gespenst 2.
September	8.2	295.2	3	15	4	—	1	—
October	2.7	293.6	15	9	13	5	—	—
November	—2.1	290.8	8	14	—	7	—	Gespenst 2, Nordlicht.
Mittel	0 ^{0.8} R.		86	130	72	66	12	

Die Zahl der heiteren Tage ist grösser als im Tieflande, z. B. im Vergleich zu Berlin wie 130 zu 96; dies ist freilich gegen die gewöhnliche Meinung, aber man muss den Gipfel unterscheiden; oft sind ganze Wochen unterhalb des Gipfels mit Nebel bemerklich, während dieser in klarem Himmel steht, mit stiller angenehmer Luft; besonders gilt dies für den Winter, wo sich die Wolken tiefer halten; Nebel sind häufig, aber die Wolken erscheinen auch als Nebel; der heiterste Monat ist der September, aber auch dann sind nur 15 nebelfreie Tage angemerkt, der trübste Monat war der October. Selbst an den meisten heiteren Tagen werden des Morgens in den Thalschluchten Nebel gesehen; auch kommt es vor, dass die aufsteigenden Nebel nur seitwärts aufsteigen und die Höhe des Gipfels übersteigend wie eine scharf begrenzte Wand dastehen; dies giebt zu Zeiten Gelegenheit zum s. g. Brocken-Gespenst, d. s. die Schatten der zwischen Wolkenwand und Sonne befindlichen Objekte, doch erblickt Jeder nur seinen eignen Schatten und ihm nahe stehender Gegenstände; dies kam im Jahre neunmal vor, die Jahreszeiten scheinen dabei keinen Unterschied zu machen.*) — Die Winde. Die mittlere Richtung war nahe dieselbe wie in ganz Norddeutschland, am häufigsten SW, die östlichen Winde fehlten ganz im September und November (1837) und im April und August (1838), sie waren eben so häufig wie die westlichen im Januar, Mai und September (1838); die mittlere Windrichtung für das ganze Jahr nach der Lambert'schen Formel war $W 25^{\circ} S$. Die Stärke des Windes war grösser im Allgemeinen auf dem Gipfel als im Tieflande, auch wohl gleichzeitig oben Sturm, im Sommer fehlen Stürme, sie sind am häufigsten im Frühling.

2. Im Jahre 1850 traten im Januar so tiefe Kältegrade ein, wie sie nicht in Erinnerung waren, parallel mit ungewöhnlicher Barometerhöhe, und dass deutlicher zu übersehen war, wie die Kälte von Ost nach West im nördlichen Deutschland abnehmend sich vertheilte, aber auch abnehmend in der Nähe der Ostsee, und was die extremsten Grade betrifft, auch in senkrechter Richtung auf dem Brocken; zu dem Zwecke stehe hier eine geographische Uebersicht der gleichzeitigen absoluten Extreme (auch des Barometers) vom 20. bis 22. Januar [ohne Zweifel mit NO.-Wind]:

*) Psychrometer-Beobachtungen sind hier noch nicht mitgetheilt. Vielleicht würde sich auch hier schon die Eigenthümlichkeit des Klima's hoher Orte ergeben, dass in Folge der täglichen Ascensions-Strömung um Mittag nicht die Saturation am niedrigsten wird.

Orte.	Temperaturstand.		Barometer - Stand.			
	absol. Minim.	Tag. Januar.	absol. Maxim.	Tag. Januar.	Monatl. Mittel.	Excess.
Tilsit	—22 ⁰ .0 R.	20	346 ^{'''} .2	22	338 ^{'''} .2	8 ^{'''} .2
Königsberg	—23.9	20	348.0 [?]	21	338.2	9.8
Posen	—29.2	22	345.3	22	335.2	9.8
Breslau	—21.8	22	341.6	21	332.5	9.1
Berlin	—20.0	22	345.4	21	336.7	8.7
Stettin	—21.6	22	347.8	22	338.2	9.6
Erfurt	—22.5	22	339.2	22	330.7	8.5
Heiligenstadt	—22.0	22	334.3	22	327.3	7.0
Brocken	—10.5	21	298.2	22	292.1	6.1
Salzŕufeln	—20.3	22	341.9	22	335.1	6.8
Paderborn	—15.4	22	339.5	21	332.7	6.8
Köln	—14.2	22	342.6	22	335.8	6.8
Trier	—16.9	22	340.0	22	332.6	7.4
Aachen	—11.0	22	337.4	22	330.2	7.2

Temperatur-Beobachtungen auf dem Brocken liegen vor während der 15 Jahre von 1836 bis 1850 (von Nehse und Lachmann); die Amplitude der monatlichen Undulationen des Januar von zwei Jahren, 1848 und 1859, war, nach extremen Tagesmitteln bestimmt, zwischen —15⁰.0 und —1⁰.8, ferner —12⁰.7 und 0⁰.6, also 13⁰.2 und 12⁰.1, im Juli, auf gleiche Weise abgeleitet, war die Amplitude der monatlichen Undulationen nur (bez. 4⁰.0 und 14⁰.9, 4⁰.2 und 13⁰.4, also) 10⁰.9 und 9⁰.2. Was die zeitliche Anomalität betrifft, so betrug diese während der 15 Jahre im Januar 9⁰.6, die grösste positive erreichte 4⁰.4 (im Jahre 1845), die grösste negative 5⁰.2 (1836), im Juli dagegen betrug diese Anomalität nur 4⁰.1, die grösste positive 2⁰.3 (1845), die grösste negative 1⁰.8 (1841), für das Jahr betrug sie 3⁰.2, positive 1⁰.3 (1846), negative 2⁰.0 (1836) [demnach ist die zeitliche Anomalität in dieser Höhe nicht geringer als im Tieflande, eher grösser]. Sehen wir nach den absoluten extremen Ständen, so kann aus späteren Jahren darüber mitgetheilt werden (ibidem 1856): die absoluten Minima auf dem Brocken verglichen mit denen im Tieflande bestätigen die denkwürdige Thatsache, dass diejenigen des Winters weniger tief vorkommen dort oben als hier unten, wie folgendes Schema der extremen Stände von drei Jahren zeigt, freilich das absolute Maximum bleibt oben weit unter demjenigen der Tiefebene:

	J a n u a r.			J u l i.		
	Absolutes Minimum.			Absolutes Minimum.		
	Jahr 1848.	1849.	1850.	1848.	1849.	1850.
Brocken	—17 ⁰ .7	—16 ⁰ .8	—15 ⁰ .3	2 ⁰ .7	3.3	0.9
Heiligenstadt	—20.0	—15.0	—18.6	4.0	5.0	6.6
Berlin	—16.6	—16.3	—20.0	6.9	6.3	6.5

	J a n u a r.			J u l i.		
	Absolutes Maximum.			Absolutes Maximum.		
	Jahr 1848.	1849.	1850.	1848.	1849.	1850.
Brocken	—0 ^o .6	1.2	—1.2	19 ^o	16	15
Heiligenstadt	0.0	6.6	2.8	23	25	20
Berlin	—0.5	6.6	3.0	26	27	23 ^o R.

[Die absoluten Minima in der Höhe sind noch zu wenig beachtet, aber dass die zu Zeiten im Winter im Tieflande auf einige Tage einfallende contrastirend strenge Kälte mit dem Polarstrom meistens in der untersten Schicht beschränkt bleibt, mögen mehrere Beispiele von solchen extremen Minimal-Ständen belegen. Auf dem St. Bernhard, 7500' hoch, ist in einer Reihe von Jahren einmal —19^o angegeben und einmal —22^o (December 16, im Jahre 1859), tiefer ist es wohl kaum je hier vorgekommen. Aber so tief fällt es nicht selten, manchmal tiefer, auf der norddeutschen Ebene, wie oben gezeigt ist; auch auf dem Brocken ist einmal —22^o vorgekommen (1838 im Januar), aber in einer Reihe von 15 Jahren nur einmal; das mittlere absolute Minimum ergibt sich hier zu —15^o.0 R.; auf dem Stilsfer Joch, 7600' hoch, finden wir einmal —15^o beobachtet, während in demselben Monate, December 1856, auch unten ein eben so tiefer Temperaturstand bemerkt wurde; in Obir, 6180' hoch (46^o N), erreichte das absolute Minimum (1856, December 4) —15^o, während gleichzeitig in Klagenfurt, 4880' niedriger, 1300' hoch, unfern davon sogar mehr Kälte, —17^o bestand, und in Krakau (660' hoch) sogar —20^o]. Wie aber am Meere, an der Küste der Ostsee regelmässig ein weniger tiefer Stand des absoluten Minimum erreicht wird als im Binnenlande und auch auf dem Brocken, darüber belehrt anschaulich folgende Tabelle:

Jahr.	J a n u a r.				J u l i.			
	Brocken.		Stralsund.		Brocken.		Stralsund.	
	abs. Max.	abs. Min.	abs. Max.	abs. Min.	abs. Max.	abs. Min.	abs. Max.	abs. Min.
1836	2 ^o .2 R.	—19 ^o .0	5.4	—5.4	18 ^o .2	1.2	22.9	8.5
1837	—1.8	—20.4	6.0	—6.0	18.6	1.8	20.2	8.5
1838	—0.6	—22.4	—0.8	—14.5	19.8	1.2	24.8	9.8
1839	—0.6	—12.3	4.6	—7.0	16.1	2.4	22.8	9.6
1840	2.1	—44.9	7.2	—10.0	12.4	1.8	18.4	8.4
1841	2.8	—12.5	1.4	—8.2	15.6	1.6	17.2	9.2
1842	—1.6	—16.6	1.7	—8.7	15.0	2.7	21.4	9.6
1843	3.0	—9.9	6.4	—6.2	18.6	2.4	21.8	9.2
1844	1.5	—15.6	5.7	—8.8	10.8	2.4	17.1	8.4
1845	6.0	—7.5	3.8	—3.7	21.6	2.4	27.1	9.7
1846	2.1	—13.5	6.2	—7.2	18.3	3.6	22.4	10.9
1847	0.9	—12.0	3.5	—9.2	19.8	4.2	21.0	11.4

Jahr.	J a n u a r.				J u l i.			
	Brocken.		Stralsund.		Brocken.		Stralsund.	
	abs. Max.	abs. Min.	abs. Max.	abs. Min.	abs. Max.	abs. Min.	abs. Max.	abs. Min.
1848	−0.6	−17.5	1.3	−14.3	19.2	2.7	23.4	9.6
1849	1.2	−16.8			16.8	3.3		
1850	−1.2	−15.3			15.6	0.9		
Extreme der Jahresreihe	6 ⁰ .0	−22 ⁰ .4	6 ⁰ .4	−14 ⁰ .5	19 ⁰ .8	1 ⁰ .2	27 ⁰ .1	8 ⁰ .4
abs. Ampl. der monatl. Undul.	28.4		20.9		18.6		18 ⁰ .7 R.	

Abs. Ampl. der Jahresreihe } auf dem Brocken 42⁰.2 (−22⁰.4 und 19⁰.8)
 in Stralsund 41⁰.8 (−14.5 und 27.1)

Demnach ist die absolute Amplitude der Undulationen doch grösser auf dem Brocken als an der Küste der Ostsee, aber es verhält sich nicht so im Binnenlande, wo das absolute Minimum wenigstens eben so extrem wird wie in der Höhe und das absolute Maximum höher, wo demnach das Klima excessiver ist als in 3500' Höhe, sowohl in der absoluten wie in der jährlichen und monatlichen Undulations-Breite; z. B. zu Arnstadt (50° 50' N, 11° O), 900' hoch, während einer Reihe von 25 Jahren (1823 bis 1847) waren diese Verhältnisse folgende:

J a n u a r.		J u l i.	
abs. Max.	abs. Min.	abs. Max.	abs. Min.
10 ⁰ .6	−22 ⁰ .3	28.1	6.1
abs. monatl. Undul.	Ampl. 32 ⁰ .9	22 ⁰ .0	
abs. Ampl. der Jahresreihe	50 ⁰ .4 R.		

Also es scheint erwiesen, dass die absoluten Minima der Temperatur im Winter öfters weniger excessiv vorkommen auf der Höhe des Brockens, wahrscheinlich weil der Polar-Strom in seiner strengsten Kälte nicht so hoch reicht; aber freilich die mittlere Kälte des Winters ist doch weit bedeutender dort oben; es scheint, dass fünf Monate im Mittel unter Frost bleiben, November bis März, jedoch im Winter erhebt sich in jedem Monate die Temperatur zeitweise über den Frost, ausser vielleicht im Januar [freilich kann im Sommer auch Schnee fallen, ausser etwa im August]. — Der Barometerstand auf dem Brocken, 3508' hoch, findet sich für jeden Monat angegeben (nach Dove) in E. Schmid's Lehrb. d. Met. 1860, aus 10 Jahren (1848 bis 1857):

Jan.	Febr.	März.	April.	Mai.	Juni.	Juli.	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Mittel.
291 ^{'''} .5	92.5	92.2	91.8	93.5	94.6	94.5	94.4	94.6	93.8	93.1	93.0	293 ^{'''} .3

Man findet hier bestätigt, dass die Curve des Jahres ihre Höhe im Sommer erreicht, umgekehrt wie im Tieflande [im nördlichen Theile des Atlantischen und Grossen Oceans, wie auch noch im westlichen Europa, abnehmend nach der östlichen Richtung und der grösseren Continentalität hin, verhält es sich zwar eben so, doch nicht länger nach Abzug des Dampfdrucks], und dies bleibt hier auch nach Abzug des Dampfdrucks [auch auf anderen Gebirgshöhen erwiesen], wie auch z. B. in Peissenberg, 3000' hoch, auf dem St. Gotthard und St. Bernhard; auch ist die Amplitude der jährlichen Fluctuation auffallend gross, 2'''.9, grösser als unten. Die monatlichen Undulationen zeigten in den zwei Jahren 1848 und 1849 eine Amplitude im Januar von 7'''.7, im Juli von 8.7 [das ist auch geringer als im Tieflande und gerade umgekehrt wie im Tieflande, grösser im Sommer als im Winter, oder genauer gesagt, geringer im Winter werdend als im Sommer. Es fehlen die Angaben über die täglichen Oscillationen, der Fluctuation wie der Undulationen, und über die absoluten Extreme]. Die Regenmenge ist weit grösser auf diesem freistehenden Kegel als im Tieflande (wo etwa 25'' fallen), im Jahre 55 Zoll (660 Linien), und wie es sich ergab, mehr im Herbst:

im Winter	im Frühling	Sommer	Herbst	Jahr
126'''	137'''	171'''	225'''	659'''

Auch in der westlich gelegenen Stadt Clausthal, 1700' hoch, rechnet man den Regenfall im Jahre zu 56'', aber am meisten im Sommer:

Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Jahr
176	139	216	148	679'''

3. Einige Nachträge können aus dem erwähnten Berichte von W. Mahlmann „Summarische Uebersicht über die meteorolog. Beobachtungen auf dem Brocken (Monatsber. der Gesellsch. für Erdkunde zu Berlin 1847, S. 97)“ gegeben werden. Sie sind aufgenommen vom Jahre 1836 bis 1845, also zehn Jahre, vom einsamen Bewohner des Brockenhauses, Nehse, in 3510' Höhe, mit Instrumenten von W. Lachmann in Braunschweig, dreimal täglich um 6 Uhr, 2 und 10. Diese drei Beobachtungs-Stunden des Tieflandes bewährten sich als die geeignetsten, um den Mittelwerth der Tage zu erhalten, auch auf dem Brocken, nach Versuchen aus stündlichen Beobachtungen und deren Vergleichung mit in Braunschweig aufgenommenen. Die Temperatur war im Mittel des Jahrs 0°.75 [dies muss nun doch für zu niedrig gelten, nach der Theorie wie nach den späteren Beobachtungen, die 1°.8 ergeben], im Mittel der zehn Jahre war die Temperatur um 6 Uhr

Morgens $-0^{\circ}.27$, um 2 Uhr Nachmittags $2^{\circ}.33$ und um 10 Uhr Abends $0^{\circ}.19$, also Amplitude der täglichen Fluctuation im Jahre $2^{\circ}.60$; die zeitliche Anomalität jener Jahresreihe erreichte $2^{\circ}.78$ ($-1^{\circ}.06$ und 1.72). Die absolute Amplitude der Undulationen der Jahresreihe erreichte $44^{\circ}.0$ (von $21^{\circ}.6$ bis $22^{\circ}.4$). Die Abnahme der Temperatur in vertikaler Richtung erfolgt hier rasch, berechnet sich hier, nach Lachmann, in Abstufungen für 1° R. nur zu $540'$ (in den Schweizer und Baierschen Alpen rechnet man sie zu $670'$ und $630'$). — Der Barometerstand war im Mittel des Jahrs $24.''6$ ($295'''2$), dies hat sich aus acht Jahren ergeben, von 1838 bis 1845, der höchste mittlere Jahresstand war (1842) mit $296'''6$, der niedrigste (im Jahre 1838) mit $294'''3$, also Amplitude der zeitlichen Anomalität war $2'''3$; die absolut extremsten Stände waren $302'''6$ und 280.6 , also absolute Amplitude nur $22'''0$. — Winde. Der vorherrschende Wind durch alle zehn Jahre war der Südwest [leider sind die extremen Jahreszeiten nicht unterschieden]; die stärksten Stürme kommen immer nur aus Südwest, selten wird aus anderer Richtung ein Sturm ausbrechen, im Durchschnitt kommen im Jahre 73; häufig waren Stürme in den Jahren 1840, 1841, 1844 und 1845 [in welcher Jahreszeit? wahrscheinlich vorzugsweise in der winterlichen Jahreshälfte]; es ist hier bestimmt darauf zu rechnen, dass der Wind, sobald er aus Nord, Ost und Süd nach Südwest sich begiebt, sogleich Sturm, Nebel Regen oder Schnee bringt [d. h. es ist ein Passatwechsel vorgehend indem der Polar- oder der Aequatorialstrom nach Ost oder West hin rückt, was pendelartig geschieht, mit der Richtung der Ströme von WSW nach ONO im Winter, im Sommer vielleicht mehr nord-südlich; der entstehende Nebel und Regen findet sich daher längs solcher Zwischengrenze breit vertheilt. Es scheint hier für Beobachtung der Stürme ein günstiger Posten zu sein. Locale Gewitterstürme abgerechnet, ist namentlich von Werth, zu erfahren, ob die oder welche Südwest-Stürme endigen mit NW-Sturm und mit steigendem Barometer, ob dieser Vorgang nur im Winter vorkommt, ob vorher immer ein tiefer Stand eintritt. Fehlen hier die NW-Stürme, so wäre dies ein Beweis, dass diese überhaupt nur niedrige Höhe haben]; ehe also nicht die Richtung der Luftströmung vorher angegeben werden kann, ist auch das Wetter nicht mit Gewissheit zu verkünden. Gewitter kommen meist mit der Winddrehung von Südost durch Süd bis West, am seltensten von Nord und Ost; im Mittel sind im Jahre 24 Gewitter zu zählen.

4. Uebersicht der Witterung im nördlichen Deutschland nach den Beobachtungen des meteorologischen In-

stituts zu Berlin, 1848 bis 1858. Zufolge einer Jahresreihe von 11 Jahren, von 1848 bis 1858, lassen sich die mittleren Temperatur-Werthe auf dem Brocken-Gipfel, 3508' hoch, folgender Massen überblicken: Temperatur des Jahrs $1^{\circ}.81$, Januar $-3^{\circ}.99$, Juli $8^{\circ}.22$ R., also Amplitude der jährlichen Fluctuation nur $12^{\circ}.21$, genauer:

Dec.	Jan.	Febr.	März.	Apr.	Mai.	Juni.	Juli.	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Mittel.	Ampl.
-20.59	-3.99	-3.92	-3.88	0.64	4.18	7.48	8.22	8.21	6.00	3.40	-1.27	10.81	120.21 R.

Die absolute monatliche Undulations-Breite der Winter-Monate ist ersichtlich in folgender Weise:

1855.			1856.			1858.			1859.			Mittel.
Dec.	Jan.	Febr.	Dec.	Jan.	Febr.	Dec.	Jan.	Febr.	Dec.	Jan.	Febr.	
Mittel	-70.0	-9.3	-6.6	-2.3	-2.9	-5.3	-6.4	-3.0	-3.3	-2.5	-4.08	
Max.	0.5	2.6	2.6	3.5	3.2	0.6	2.0	2.4	1.8	1.4	2.0	
Min.	-15.4	-17.0	-15.6	-13.5	-10.5	-16.4	-14.0	-8.0	-10.8	-8.0	-12.9	
Abs.Ampl.	15.9	19.2	18.2	17.0	13.7	17.0	16.0	12.4	12.6	9.4	150.0 R.	

Dagegen im Tieflande gestaltete sich das Schema folgendermassen: in Halle, 340' hoch

1855.			1856.			1858.			1859.			Mittel.
Dec.	Jan.	Febr.	Dec.	Jan.	Febr.	Dec.	Jan.	Febr.	Dec.	Jan.	Febr.	
Mittel	-20.1	-6.2	-3.0	0.6	2.0	-1.5	-2.5	1.2	1.4	1.4	1.1	
Max.	6.4	4.1	4.6	8.4	10.2	5.0	5.0	7.2	9.1	9.1	6.6	
Min.	-12.0	-19.3	-14.0	-9.0	-13.4	-11.2	-10.7	-7.3	-7.0	-7.0	-11.0	
Abs.Ampl.	18.4	23.4	18.6	17.4	23.6	16.2	15.7	14.5	16.1	16.1	17.0	

[Demnach verhielten sich die absoluten Minima und die absolute Amplitude der Winter-Monate binnen jener 4 Jahre auf dem Brocken, in Vergleichung mit einer Stadt des Tieflandes so:

Absolute Minima.

Brocken	-150.4 , -17.0 , -15.6 , -13.5 , -10.5 , -16.4 , -14.0 , -8.0 , -10.8 , -8.0	Mittel -120.9
Halle	-120.0 , -19.3 , -14.0 , -9.0 , -13.4 , -11.2 , -10.7 , -7.3 , -7.0	-110.4

Absolute Amplitude der monatlichen Undulationen.

Brocken	150.9 , 19.2 , 18.2 , 17.0 , 13.7 , 17.0 , 16.0 , 12.4 , 12.6 , 9.4	Mittel 150.0
Halle	180.4 , 23.4 , 18.6 , 17.4 , 23.6 , 16.2 , 15.7 , 14.5 , 16.1	170.0 R.

Daraus ersieht sich nun klar und unzweifelhaft, dass hier, in der Höhe von 3508', die zeitweise eintretenden absoluten Minima im Mittel nur etwa $-12^{\circ}.9$ erreichen, und kaum, nur um $1\frac{1}{2}^{\circ}$ kältere Temperatur bringen als unten, dass aber in manchen Jahren die extremen Kältegrade sogar nicht vom Tieflande nach oben hin sich erstrecken, das extremste Minimum kam sogar unten vor, $-19^{\circ}.3$ R., oben erreichte es nur $-17^{\circ}.0$; wie jedoch auch die sommerliche Erwärmung weit später oben sich bemerklich macht; dass aber auch die ganze Amplitude der monatlichen Undulationen nach oben hin schon entschieden abgenommen hat, wie 15 zu 17 (wie auch die jährliche Fluctuations-Amplitude oben sich verhält zu unten wie $12^{\circ}.2$ zu 15° R.), und zwar ist dabei zu bemerken an beiden Orten, dass die sinkende Curve weiter

von der Mittellinie sich entfernt als die aufsteigende, das Maximum geringer sich erhebt als das Minimum sinkt (wie unten, aber nicht in hohen Breiten).

Die mittlere Temperatur des Jahrs ist also $1^{\circ}.8$, des Januar $-3^{\circ}.9$, des Juli $8^{\circ}.2$ R. Beurtheilen wir nun die Brockenhöhe in Hinsicht auf ihre Stellung im ganzen geographischen System der Erd-Meteoriation und ihre Vergleichung mit den Alpen, so liegt hier, auf $51^{\circ} 48'$ N. in $3500'$ Höhe, die Hypsothermlinie des Jahrs (oder des Octobers) von $1^{\circ}.8$ R., während diese auf dem Gehänge der Alpen, auf gleichem Meridian, etwa $1500'$ höher, in $5000'$ liegt, die hiesige Sommer-Hypsotherme des Juli von $8^{\circ}.2$ liegt aber auf den Alpen etwa um $2000'$ höher und die des Winters, des Januars von -4° , nur etwa um $500'$ höher. Mit anderen Worten, in den westlichen Alpen kommt in gleicher vertikaler Höhe, von $3500'$, wie auf dem Brocken, im jährlichen Schwanken des Hypsothermen-Systems oder der vertikalen Erd-Thermometeoriation, zu liegen die Hypsothermlinie des Jahres von 4° (anstatt $1^{\circ}.8$), des Juli von $11^{\circ}.5$ (anstatt $8^{\circ}.2$) und des Januar von $-3^{\circ}.5$ R. (anstatt -4°). — Verfolgt man dagegen diese atmosphärischen Temperaturflächen weiter in ihrem Aufsteigen nach Norden hin, so erkennt man, dass die hiesige Hypsotherme des Juli auf der Nordküste Skandi-naviens (70°) als Isothermlinie die Meeresfläche erreicht, dass die des Januar in Christiania (60° N.) als Isotherme sich wieder findet, aber indem sie entschieden einen nach Süd-Südost gerichteten weiteren Verlauf nimmt, oder dass die mittlere oder October-Hypsothermfläche des Brocken-Gipfels, $1^{\circ}.8$, im Winter bis Nord-Italien hinunterschwankt (45° N.), dagegen im Sommer bis nahe bei Spitzbergen (80° N.), völlig aber bis Novaja Semlja (70° N.) hinaufschwankt. Die Baumgrenze ist $3000'$ hoch.

Es ist nicht unnöthig, daran zu erinnern, dass im Winter die hiesige Hypsotherme von -4° , welche, wie gesagt, bei Christiania (60° N.) als Isotherme des Januar das Tiefland berührt, dann entschieden in Europa süd-südöstlich verläuft und weiter, über Königsberg, Warschau, Odessa, Nicolajef (46° N.) in die südlicheren Breiten steigt, ehe sie in Asien, durch den Aral-See hindurch, die Parallelen entlang zieht. Eben in Mittel-Europa macht sich diese Lage der Winter-Temperaturlinien sehr bemerklich. Die Isochimenenlinie, welche gerade den Frostpunkt einhält, durchläuft ganz senkrecht von Nord nach Süd gerichtet die Mitte Deutschlands, über Rostock, Halle, Regensburg, etwa den 11. Meridian östl. Breite entlang, so dass westlich davon die mittlere Temperatur des ganzen Winters (doch nicht die des

Januar) den Frostpunkt nicht erreicht, was dagegen auf der östlichen Seite und zunehmend nach Osten hin geschieht, während freilich auch die sommerliche Wärme etwas zunimmt nach Osten hin, jedoch weit weniger erheblich als der Winter dahin abnimmt. Es ist nichts Neues, zu sagen, dass im westlichen Europa das Klima mehr Oceanität besitzt, im östlichen an Continentalität rasch zunimmt. Aber man darf mehr hervorheben, dass eben Deutschland hindurch eine klimatische Grenze zu ziehen ist, welche ein westliches Gebiet einigermaßen scheidet von dem östlichen; und dies bezieht sich zunächst auf mildere Winter im ersteren. Wenn namentlich von Norddeutschland die Rede ist, muss erinnert werden, den westlichen Theil davon wohl zu unterscheiden*), welchen seine Winter mehr dem südlichen Theile Westdeutschlands nähern. Die Vergleichung eines schlesischen Berggipfels mit den östlichen Alpen würde dies zu berücksichtigen haben].

*) Dies gilt auch, beiläufig gesagt, in ethnologischer Hinsicht. Das westliche Deutschland ist rein germanisch, das östliche mehr oder weniger mit dem Slawischen vermischt. Diese Mischung ist weit mehr zu Stande gekommen im nördlichen Ostdeutschland als im südlichen, so dass dort auch die Sprache keine, hier aber wohl, Trennung bewahrt und erkennen lässt. In Denkungsweise, Gefühlsweise, Charakter und Sitten findet sich unstreitig der westliche Norddeutsche, d. i. der eigentliche alte Sachse, einigermaßen unterschieden von seinem östlichen Bruder, mehr als von dem südwestlichen und südöstlichen, ohne sonst Vergleichen anstellen zu wollen. Im östlichen Norddeutschland ist keiner der bekannten vier deutschen Volksstämme mehr anzuerkennen, oder ist ein neuer entstanden; die nationale Sprache verdeckt hier eine vollzogene unverkennbare antinationale Beimischung. Zu jeder vollständigen Vergleichung der klimatischen Einwirkung gehört aber unstreitig die Berücksichtigung etwa vorhandener ethnologischer Unterschiede, wenn auch die Ergebnisse selbst weniger bedeutende Verschiedenheiten zeigen als gewöhnlich angenommen wird.

Mühry, Adolf, 1810-1888

Beitraege zur Geo-Physik und Klimatographie

Bd.: 2. u. 3

Leipzig [u.a.] 1863

Phys.sp. 471 p-1/3

urn:nbn:de:bvb:12-bsb10134362-6